

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ



1 9 5 9

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Выпуск

8

1959

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

П-81 П-28365
1959 | Ин-т истории
в.8 | естествозн. и
техники АН СССР
Вопросы...

13 р.65 к.

П-28365

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДЖ. Ч. БОСА

Столетие со дня рождения выдающегося индийского ученого Джегдиша Чандра Боса было отмечено 8 декабря 1958 г. торжественным заседанием, состоявшимся в Конференц-зале Академии наук СССР.

Заседание было организовано отделениями физико-математических, технических и биологических наук АН СССР, Институтом истории естествознания и техники АН СССР, Союзом советских обществ дружбы и культурной связи с зарубежными странами, Обществом советско-индийских культурных связей, Советским Комитетом защиты мира.

Ниже публикуются доклады, прочитанные на этом заседании.

Академик А. В. ТОПЧИЕВ
ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Товарищи! Мы собрались, чтобы отметить знаменательную дату в истории науки — 100-летие со дня рождения выдающегося индийского ученого Джегдиша Чандра Боса.

Его вклад в физику и биологию восхищал современников; они были немало удивлены тем, что в отсталой Индии, стонавшей под игом чужеземного владычества, возник яркий свет научного прогресса, озаривший различные области знания. То, что сделал Бос по изучению электромагнитных волн, физиологии растений, биофизики, будет освещено в специальных докладах, которые вы сегодня заслушаете. Мне же хотелось бы несколькими штрихами обрисовать облик этого ученого-патриота, который прославил родину замечательными результатами своих многолетних исследований, поражающих как смелостью эксперимента, так и упорством при его осуществлении.

Бос получил образование в Лондоне и Кембридже; его учителями были знаменитые английские ученые, среди которых наиболее видное место принадлежит Джону Уильяму Стретту, известному больше как лорд Рэлей. На всю жизнь Бос сохранил чувство глубокой благодарности к своим учителям и к прославленному трудами Дэви и Фарадея Королевскому институту Великобритании, в лаборатории которого он ставил опыты, привлекавшие к себе внимание во всех концах Англии.

Но успехи не заглушили в молодом ученом заветной мечты посвятить все силы служению родной стране. Как только Бос завершил образование, он сразу же уехал в Индию и занял место профессора в Калькутте. В Индии были высшие учебные заведения, однако науки в них только преподавались, а самостоятельными научными изысканиями там не занимались. Подобному отношению к науке, явно тормозившему ее прогресс, Бос объявил непримиримую борьбу; собственным примером он показал, что индийский народ,

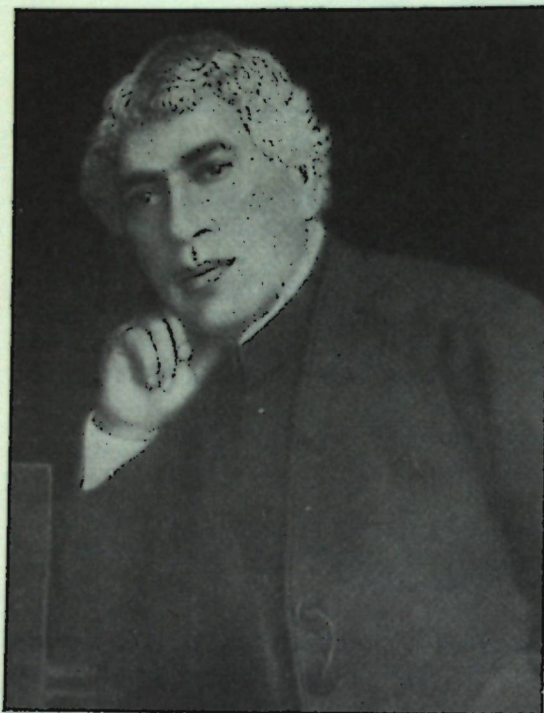
п. 28365
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Косыгина ССР

создавший одну из древнейших цивилизаций, обладает силами для того, чтобы занять достойное место среди наиболее развитых стран.

Работая в первоклассных лабораториях Англии, Бос задумал создать в своем отечестве научно-исследовательское учреждение, которое не только готовило бы национальные кадры ученых, способных ставить и разрешать сложные научные проблемы, но и привлекать своими трудами иностранцев, желающих пополнить знания и овладеть новыми методами исследования.

Свыше трех десятилетий пришлось ждать Босу, пока его мечта осуществилась. Прошло десять лет, пока удалось добиться небольших средств для организации лаборатории в учебном заведении, где он преподавал. В течение короткого времени он произвел в этой лаборатории исследования, вызвавшие большой интерес у членов Лондонского королевского общества и у участников съезда Британской научной ассоциации. Это были опыты в области электромагнитных волн, о которых подробнее расскажет академик Б. А. Введенский. В этой же скромной лаборатории Бос начал свои изыскания и в области биологии.

Уходили годы. По законам Индии того времени, преподаватель высшей школы, достигнув 55-летнего возраста, должен был уходить в отставку, лишаясь таким образом возможности преподавать. Но Бос был полон творческих сил; за большие за-



Джегдип Чандра Бос

слуги ему было присвоено звание почетного профессора, что позволило ученому не покидать любимую аудиторию. Насколько Бос дорожил педагогическим трудом, видно из его ответа студентам, которые поздравили ученого по случаю одного награждения, последовавшего через год после присвоения звания почетного (постоянного) профессора.

«Поздравляя меня с полученной наградой, — подчеркивал Бос, — вы не заметили гораздо более ценной награды, которую я получил год назад, когда был назначен вашим постоянным профессором, так что моя связь с вами никогда не будет разорвана. Уже 32 года тому назад я стремился быть вашим учителем. Я обращался не к вашим слабостям, а к вашей силе. Я никогда не ставил перед вами легких задач, а всячески старался заставить вас избрать самое трудное, и, может быть, наградой за эти годы является то, что всюду в Индии я вижу своих бывших учеников, занимающих различные посты, связанные с величайшим доверием и ответственностью. Я имею в виду не только тех, кто достиг почестей и успехов, я отмечаю многих других, кто мужественно нес тяготы жизни, чья чистая и самоотверженная жизнь вносит радость в жизнь обездоленных»¹.

¹ «Indian scientists. Biographical sketches with an account of their researches, discoveries and inventions». First edition. Madras, p. 103.

О созданном Босом институте, носящем его имя, будут говорить докладчики, касаясь того вклада, который внесла Индия в мировую науку. Я же остановлюсь лишь на некоторых задачах, поставленных Босом перед собой при основании этого научного учреждения.

В нем должны были не только проводиться научные исследования самых важных проблем, но, по замыслу Боса, Институт должен был служить также рассадником знаний. Здесь в большом зале, рассчитанном на аудиторию свыше тысячи слушателей, читались лекции с демонстрацией опытов, впервые в нем поставленных.

Создавая национальный научный центр, Бос имел в виду, что в нем будут работать не одни индийцы. На собственном опыте он убедился, насколько полезно начинающему ученому общение с исследователями других стран. Научные связи всегда оказывали благотворное действие на распространение знаний и способствовали обмену опытом между исследователями разных стран. Получив научную подготовку за пределами своей страны, Бос мечтал о том, чтобы и его родина стала притягательным центром для научных работников всего мира. «Мое желание заключается в том, — говорил он, — чтобы, насколько позволят ограниченные возможности, все условия были созданы для работников всех стран. В этом отношении я постараюсь осуществить традиции моей страны, которая уже 25 столетий назад приветствовала учеников из различных частей света в стенах древних храмов науки»².

Посвятив себя возрождению родной страны, Бос в своей деятельности был тесно связан с соотечественниками, преследовавшими ту же цель. На этом поприще у него возникла длившаяся в течение всей жизни дружба с великим сыном индийского народа Рабиндранатом Тагором. Как и Тагор, Бос был знаком и даже дружил с виднейшими деятелями мировой культуры. В числе почитателей индийского ученого мы находим такие имена, как Роллан и Бернард Шоу.

Международные культурные и научные связи составляют одну из самых привлекательных страниц биографии Боса.

Бос прожил долгую жизнь. Он умер 23 ноября 1937 г. в возрасте 79 лет. На протяжении всей своей деятельности Бос следовал по намеченному в молодости пути, о котором он прекрасно сказал на юбилее, когда праздновали его 70-летие: «Борьба, которую я вел в последние 40 лет, имела целью доставить Индии признанное место среди других народов в связи со сделанным ею вкладом в дело расширения границ познания»³.

Благодаря научным открытиям, завоеванным трудами индийских исследователей, Индия получила это признание, но мировые события заставили думать не только о научных достижениях и их признании, но и о сохранении этих достижений, всей культуры человечества в целом. Об этом Бос в той же речи сказал так: «Есть лишь одна возможность спасти мир от гибели — интеллектуальное сотрудничество на благо человечества... тогда только и возможно обеспечить преемственность человеческой культуры»⁴.

² Там же, стр. 97—98.

³ Там же, стр. 120.

⁴ Там же.

Академик Б. А. ВВЕДЕНСКИЙ

ДЖЕГДИШ ЧАНДРА БОС И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ

Чандра Бозе, как мы часто говорим и пишем по традиции, Джегдиш Чандра Бос, как его называют соотечественники, принадлежит к числу достойнейших сынов великого индийского народа и к числу наиболее выдающихся ученых земного шара.

Читая статьи об этом замечательном человеке, особенно его сочинения¹, ясно сознаешь трудность задачи создать в сравнительно немногих словах достаточно ясное и полное представление об этой столь выдающейся личности; об этом крупном и оригинальном уме; об этом столь разностороннем ученом; об этом большом человеке, таком целеустремленно последовательном в своей жизни, в своей деятельности, в своем мужественном и самозабвенном патриотизме.

Биографы Боса называют его одной из наиболее красочных фигур среди ученых. Конечно, одного этого эпитета слишком мало для характеристики Боса. Но все же это слово в какой-то мере объясняет, почему Рабиндранат Тагор, один из его ближайших друзей, слагал о деятельности Боса целые поэмы, развивая мысль, что Бос «заставил деревья говорить»; почему о нем хвалебно отзывался Ромен Роллан; почему Бернард Шоу был очарован лекцией Боса.

Понятным становится и то, что на стенах института, созданного Босом в Калькутте, помещены два символических изображения — алмаза и лотоса.

«Алмаз — за свое сверкающее великоление, лотос — за свое спокойное благородство: ПРАВДА и МИР» — так объясняет эти символы в «Журнале Индийско-Советского общества культурной связи» («ИСКУС») Лакшмана Рао², говоря о Босе как о глашатае высоких идеалов Правды и Мира. Эти символы — выражение глубины любви, уважения и восхищения индийского народа своим достойным сыном.

30 ноября 1958 г. в Индии состоялось торжественное празднование в честь

¹ Sir Jagadis Chandra Bose. C.S. I., C.I. E., F.R.S. (Obituary Notices). «Nature», 1937, vol. CXL, p. 1041; «Nature», 1896, vol. LIV, p. 567; Acharia J. C. Bose centenary. «Hindustan Standard Supplement», Calcutta, Nov. 30, 1958; K. A. Тимирязев. Соч., т. 8. М., Сельхозгиз, 1939; N. Narinara yana. Jagadis Chandra Bose. «The illustrated weekly of India», Nov. 30, 1958; W. Lakshmana Rao. J. C. Bose — Scientist and Humanist. «ISCUS», vol. II, № 3, 1955; M. Radovsky. Russian scientists on J. C. Bose. «Soviet Land», 1957, vol. X, № 22; A. M. С и н и о х и н. Джагадитш Чандра Бос и Климент Аркадьевич Тимирязев. «Журн. общей биологии», 1958, т. XIX, № 5.
² W. Lakshmana Rao. J. C. Bose—Scientist and Humanist, p. 68.

Боса. Индийские газеты и журналы, посвященные этому событию, полны статьями о Босе и его деятельности³.

* * *

В своей научной деятельности Бос был физиком, ботаником или, вернее, физиологом растений и, выражаясь в современных терминах, биофизиком, а также в значительной мере химиком⁴. Он оригинально и творчески соединял эти специальности. Начав свою научную деятельность с физики, он, обратившись затем к проблематике живого вещества, принес в эту область, опережая свое время, приемы, методы, методику и аппаратуру физического эксперимента.

Среди созданных им приборов особое впечатление произвел крескограф — прибор для регистрации и измерения роста растений, без нарушения условий их свободного роста. К. А. Тимирязев⁵, посвятивший деятельности Боса прямо-таки хвалебные страницы, с большим энтузиазмом отзывался об этом приборе.

В настоящем сообщении мы сконцентрируем основное наше внимание на работах Боса в области физики или, по современной терминологии, радио-и электрофизики.

Мы знаем много индийских ученых в области точных наук, в области естествознания и в том числе физиков с мировым именем; так, совсем недавно Советский Союз посетил (вторично) Чандрасекара Венката Раман, которому в Москве в 1958 г. была вручена международная Ленинская премия за укрепление мира между народами.

Широко известно и имя физика Шатъендраната Боса (также обычно называемого у нас Бозе).

Чандра Бос был не только крупнейшим ученым, но еще и начинателем, пионером, мужественно и самоотверженно боровшимся за насаждение на своей родине точных наук. Это обстоятельство окружило имя Боса совершенно особым ореолом.

Чандра Бос доказал любовь и преданность родному народу всей своей жизнью и деятельностью.

Он родился в деревне Радикхал в Викрамपुरе в Бенгалии. Отец его Бхагаван Чандра Бос был чем-то вроде мелкого чиновника-администратора в г. Фаридпуре. Чандра Бос очень хорошо отзывался в своих воспоминаниях об отце и о матери — Бамасундари Бос. Очевидно, именно они в первую очередь привили Босу любовь к народу и понимание его интересов. Большую роль в этом сыграло и то, что отец отдал мальчика, пренебрегая неудовольствием сослуживцев, в начальную школу местного, пародного типа (а не в английскую). Чандра Бос с раннего возраста проникся нуждами простого народа, которые не переставали глубоко волновать его всю жизнь. Этой закваски не могли уже ослабить ни последующее пребывание в содержавшейся незуитами школе в Калькутте, где, впрочем, как мы с удивлением узнаем, нашелся преподаватель (незунитский патер Лафонг), прививший молодому Босу интерес к физике; ни дальнейшее прохождение курса наук в Англии, куда после получения им первой в его жизни ученой степени бакалавра искусств (Bachelor of Arts — в 1879 г., в возрасте 20 лет) отправил в 1878 г. его отец, решительно желавший, чтобы сын стал ученым.

³ Acharia J. C. Bose centenary. «Hindustan Standard Supplement», 30 Nov. 1958; N. Narinara yana. Jagadis Chandra Bose. «The illustrated weekly of India». 30 Nov. 1958.

⁴ Помимо всего этого, Бос живо интересовался бенгальской литературой и в течение нескольких лет был президентом Паришада — Бенгальской академии литературы.

⁵ К. А. Тимирязев. Соч., т. 8.

В Англии Бос сначала в Лондоне (в период 1880—1881 гг.) изучал на медицинском факультете («с трепетным волнением», как он сам вспоминает) зоологию; но состояние здоровья скоро заставило его покинуть лондонские туманы, и он перевелся в 1881 г. в Кембридж, в Christ's College при Кембриджском университете. В течение первого года он изучал физиологию и эмбриологию, а в течение второго «всерьез взялся» за ботанику, за химию у Вайнса (Vines) и, наконец, за физику у самого Рэлея (Дж. У. Стретт). Он сдал «экзамен отличия» (Tripos, 1884 г.) по естественным наукам, получил ученые степени бакалавра искусств и бакалавра наук (последнюю — в Лондоне).

* * *

Здесь открывается новая глава жизни и деятельности Боса; его индивидуальность проявляется ярко и действительно красочно. Успехи Боса при прохождении курса обратили на него особое внимание учителей, особенно Рэлея, благотворное влияние которого, по крайней мере на первом этапе работ Боса, несомненно. При этих условиях Бос, конечно, мог бы продолжать работать у Рэлея в Англии и по окончании курса. Но Боса влекла к себе родная Индия.

И вот в 1885 г., пренебрегая выгодами чисто личного порядка, он возвращается в Калькутту, где при серьезной оппозиции со стороны английского начальства, считавшего, что индеец может быть профессором, например, метафизики, но никак не физики, он становится именно профессором физики Presidency Colledge (Президенси колледж), хотя (как индеец) на весьма сниженной ставке (он получал только треть обычной ставки, от которой решил совсем отказаться в знак протеста). Однако его лекции оказываются столь блестящими и влияние его на студенчество скоро становится столь большим, что Босу в 1888 г. удается преодолеть часть преград на своем пути: он становится полноправным профессором, но по-прежнему не получает средств на проведение работ; его желание вести исследовательскую работу в учебном заведении вызывает у начальства лишь недоумение.

И тем не менее здесь, почти на пустом месте, в собственной лаборатории с неопытными помощниками, он отважно и самоотверженно создает и условия для изготовления уникальной аппаратуры и самую аппаратуру. Очень быстро Бос получает научные результаты, которые поразили даже его учителей, обладавших солидно организованными и прекрасно оборудованными исследовательскими лабораториями. А ведь один из них — О. Лодж — работал в области очень близкой к той, которую избрал для первых своих исследований Бос. Босу было в это время 36 лет.

* * *

Последнее десятилетие XIX в., когда Бос начал свои исследования (это был 1894 г.), весь ученый мир находился под сильнейшим впечатлением данного Г. Герцем блестящего экспериментального доказательства справедливости идей Фарадея — Максвелла о существовании электромагнитных волн в свободном пространстве, об электромагнитной природе света. Это был прорыв в новую физику, мощный предвестник грядущего и уже близкого бурного потока важнейших физических открытий.

Великое наследство Г. Герца создало тогда две родственные, но все же в значительной мере обособленные друг от друга линии исследования.

Последователи одной линии (с практическим уклоном) стремились удовлетворить назревшую тогда потребность в нахождении средств беспроволочной электросвязи. Сюда относятся: Н. Тесла, Э. Браули, изобретатель радио А. С. Попов, затем, отчасти, О. Лодж, Г. Маркони, К. Браун, А. Слаби,

Г. Арко и др. Основным в этой линии было применение открытой Поповым антенны и последовавший в связи с этим переход ко все более длинным волнам.

Другое направление развивало основную тему Герца в духе его собственных исследований, т. е. в духе углубленного доказательства и исследования электромагнитной природы света. К этому направлению принадлежат: Саразен и де ла Рив, А. Риги, О. Лодж и, конечно, на весьма почетном месте, рядом, П. Н. Лебедев и Дж. Чандра Бос. Они стремились, укорачивая длину волны, возможно ближе подойти при помощи герцевых волн к тепловому концу светового спектра, «сомкнуть спектры», что, как известно, и удалось сделать для затухающих колебаний В. К. Аркадьеву и А. А. Глаголевой-Аркадьевой в 1922 г., а годом позднее М. А. Левицкой.

Первые публикации Боса⁶ по исследованию волн Герца датированы 1895 г. История науки и техники хорошо знает этот год: именно в это время А. С. Попов продемонстрировал свой грозоотметчик, и в этом же году П. Н. Лебедев опубликовал свои опыты по оптике герцевых волн на рекордно тогда короткой волне в 6 мм.

Обычно, по причинам чисто психологическим, нам весьма нелегко оценить трудности, которые пришлось преодолевать исследователям и экспериментаторам даже сравнительно недалекого прошлого: слишком уже стремителен в наше время прогресс науки и техники эксперимента. Тем не менее своеобразие, изобретательность и тонкое, полное научного изящества мастерство и исследовательский талант Боса и поныне производят глубокое впечатление.

Та установка, с которой Бос столь многосторонне и оригинально исследовал вопросы оптики коротких герцевых волн, была им создана уже в Индии, в Калькутте, в период 1894—1895 гг.

Сделав предварительно несколько сообщений в Лондоне и опубликовав значительное число статей в английских научных журналах, исследователь в 1897 г. привез эту установку в Англию, где она была скопирована по его указаниям. Демонстрация опытов с этим дубликатом установки была настоящим триумфом и самого Боса и молодой, только зарождавшейся тогда индийской точной науки.

По своей общей конструкции эта установка⁷ имеет ярко выраженный оптический характер, что роднит Боса с другими исследователями в данной области и, может быть, особенно близко с П. Н. Лебедевым. Русский ученый, правда, проводил свои исследования на волне в три с лишним раза более короткой, чем индийский, и пользовался для индикации колебаний термоэлементом, предложенным чешским физиком Клеменичем, в то время как Бос применял свой весьма усовершенствованный «спиральный когерер», ставший тогда знаменитым.

Идейное родство между этими двумя учеными так велико, что К. А. Тимирязев прямо называет Боса «в известном смысле соперником» Лебедева⁸.

Действительно, некоторое время устремления в научной деятельности обоих этих ученых шли параллельно. Но затем, когда Лебедев обратился к доказательству существования и к измерению светового давления и другим вопросам, оставаясь целиком на почве физики, Бос, завершив этот первый этап своих исследований несколькими работами по изучению механизма несовершенных контактов (когереров), перешел к изучению явлений, которые мы теперь называли бы биофизическими; он стал также заниматься вопросами физиологии и ботаники.

⁶ J. C. Bose. «Journal of the Asiatic Society of Bengal», 1895; On polarisation of electric rays by double refracting crystals. «Electrician», 1895, vol. XXXVI, p. 289; On the determination of the indices of refraction of various substances for the electric ray. I. Index of refraction of sulphur. «Proc. Roy. Soc. London», 1896, vol. LIX.

⁷ J. C. Bose. On the determination of the indices of refraction..., p. 160.

⁸ К. А. Тимирязев. Соч., т. 8, стр. 204.

Интересно отметить многочисленные оригинальные особенности установки Боса. Прежде всего Бос поместил весь инструментарий, относящийся к генерированию герцевых волн (спираль Румкорфа, свой своеобразный прерыватель к спирали, аккумулятор), в металлический экран — ящик с двойными (железной и медной) стенками для защиты как от быстрых, так и от медленных электрических колебаний. В ящике было только два отверстия: устье медной трубки, в которой был помещен вибратор Лоджа, и минимальной вели-

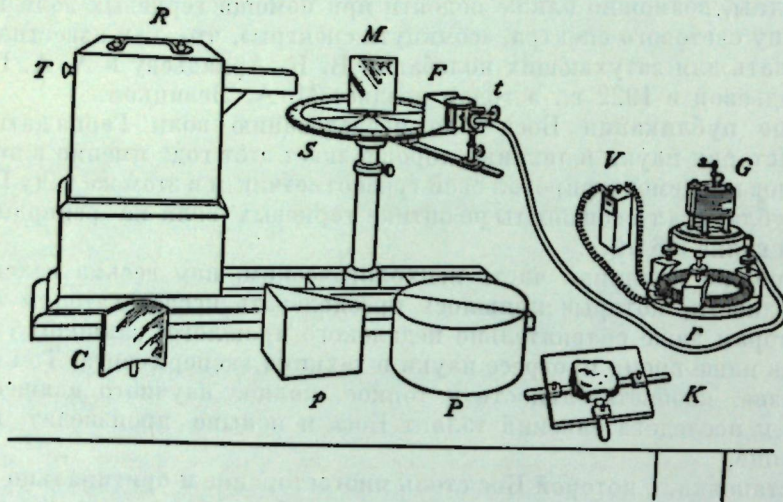


Рис. 1. Общее расположение аппаратуры

R — излучатель; T — ключ; S — круг со шкалой; M — плоское зеркало; C — цилиндрическое зеркало; P — призма полного внутреннего отражения; P — полуцилиндры испытуемого вещества; K — держатель кристалла; F — электромагнитный рупор у спирального когерера; t — винт для вращения приемника; V — гальванический элемент; r — реостат; G — гальванометр

чины отверстие для рукоятки ключа, действием которого Бос заменял обычный и всеми, кроме него, употреблявшийся капризный (особенно в те времена) в работе прерыватель для спирали Румкорфа. Дело в том, что Бос со столь характерной для его таланта простотой и логичностью ограничивался при каждом отдельном измерении посылкой одного единственного затухающего импульса герцевых волн: для срабатывания его чувствительного и совершенного спирального когерера этого было вполне достаточно.

Медная трубка (квадратного сечения $2,5 \times 2,5 \text{ см}^2$ при волне $1,85 \text{ см}$), заключающая вибратор, — это по сути дела один из первых, если не самый первый, хотя и не совсем совершенный случай применения столь распространенного ныне волновода; и, конечно, не случайно, что первая в мире серьезная теоретическая работа о прохождении электромагнитных волн внутри металлической трубки принадлежит именно учителю Боса — Рэлею и относится к тому самому 1897 г., в котором была произведена описываемая демонстрация.

Кроме волновода, на приемнике мы находим самый настоящий, столь привычный теперь электромагнитный рупор, да еще с передвижными боковинками.

Но наибольший успех имел разработанный Босом и составлявший, можно сказать, основной, самый ответственный узел во всей установке индикатор электромагнитных волн: именно его «спиральный когерер», по сути дела и обеспечивший успех этой группе работ.

Начиная с Бранли, подавляющее большинство аналогичных опытов в то время производилось с когерерами, в которых маленькая кучка металличе-

ских опилок становилась проводящей под влиянием облучения электромагнитными волнами. Бос усмотрел причину неустойчивости («капризности») таких приборов в том, что опилки нерегулярно слипались в комочки.

Индикатор Боса принадлежал тоже по существу к типу когереров, но вместо опилок в нем было большое число проволоочных спиралек, свободно соприкасавшихся друг с другом при слабом сдавливании, регулируемом особым винтом. Вредный эффект слипания этим устранялся.

Именно этот «спиральный когерер» Боса так хвалил на заседании Лондонского Королевского общества Лодж⁹, указывая, что его, Лоджа, когерер был и гораздо сложнее, и капризнее, и значительно менее чувствительным. По-видимому, именно с этим «спиральным когерером» в 1894—1895 гг. произвел Бос в Калькутте

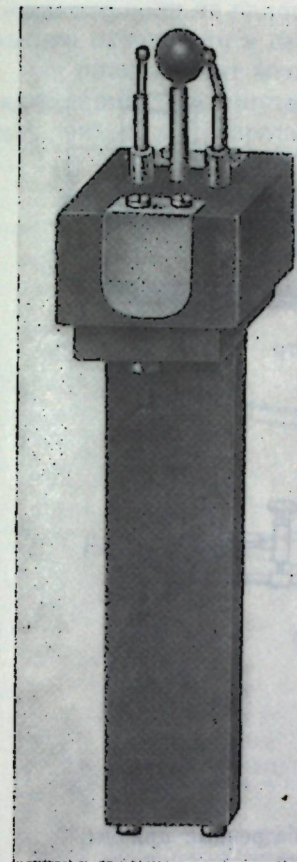


Рис. 2. Излучатель

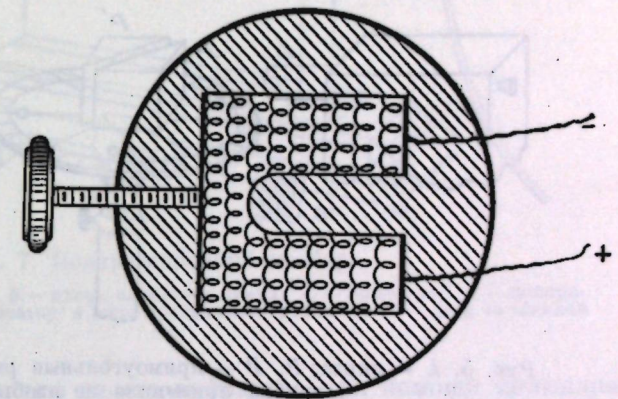


Рис. 3. Спиральный когерер

публичную демонстрацию «возможности сигнализации короткими электрическими волнами».

Эти опыты с интересом отметил А. С. Попов, прочитавший о них в кронштадтской газете «Котлин»¹⁰.

Относительно большая сила тока, который пропускал «спиральный когерер» в проводящем состоянии, позволила Босу пользоваться сравнительно грубым гальванометром, что сильно упрощало процесс измерений. Правда, с точки зрения возможности получения количественных показаний этот прибор значительно уступал термоэлементу.

Именно с этой установкой Бос и воспроизвел с герцевыми волнами основные классические опыты оптики: отражение от плоских и вогнутых металлических зеркал; преломление в призмах (из абонита и серы)¹¹; опыты с полным внутренним отражением, причем он определил коэффициент пре-

⁹ «Nature», 1896, vol. LIV, p. 567.

¹⁰ M. Radovskiy. Russian scientists on J. C. Bose. «Soviet Land», 1957, vol. X, № 22, p. 17.

¹¹ J. C. Bose. On the determination of the indices of refraction... On a complete apparatus for the study of the properties of electric waves. «Phil. Mag.», 1897, vol. XLIII, p. 55.

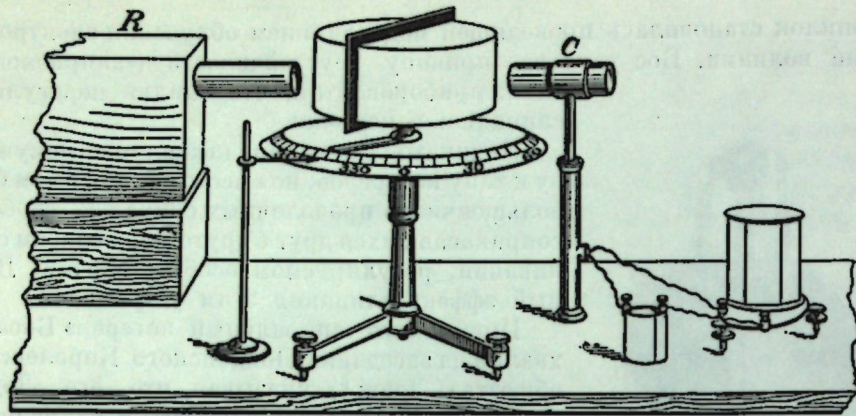


Рис. 4. Электрический рефрактометр
R — излучатель; C — приемник

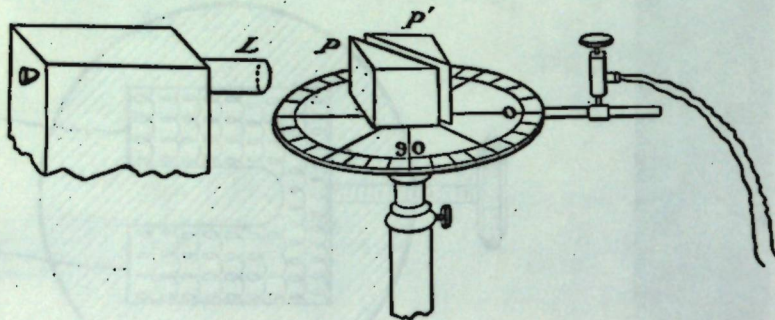


Рис. 5. L — линза; P, P' — прямоугольные равнобедренные призмы;
трубка приемника не изображена

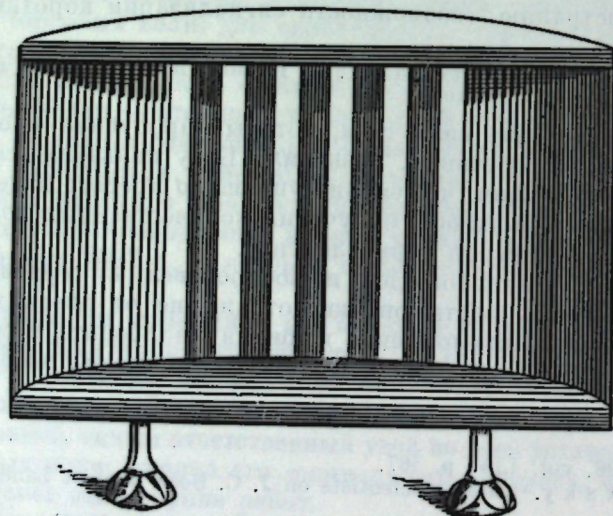


Рис. 6. Цилиндрическая дифракционная решетка

ломления многих твердых и жидких тел ¹², и очень интересный опыт, касающийся вопроса о влиянии толщины тонкой воздушной прослойки на прохождение волн из одного куска, например серы, в другой, при полном внутреннем отражении в первом куске.

Он описал опыт возвращения прозрачности сосуда с кусками вара путем заполнения промежутков между этими кусками керосином (аналог известного опыта с прозрачностью стеклянного порошка в воде).

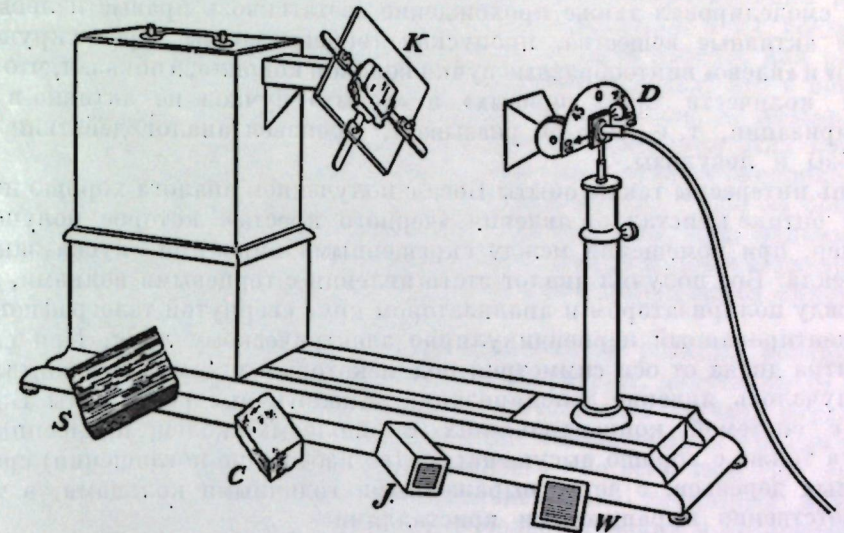


Рис. 7. Поляризационный прибор

K — кристалл; в держателе; S — кусок слоновьего камня; C — кристалл; J — поляризатор из пеньки; W — поляризатор в виде проволоочной решетки; D — диск со шпалой

Бос определил длину волны своего вибратора при помощи цилиндрической дифракционной решетки ¹³. На эбонитовую цилиндрическую поверхность были наклеены станиоловые полосы, шириной и с взаимным расстоянием в разных случаях в 1, 2 и 3 см. Бос установил, что в его вибраторе излучается одна единственная, вполне определенная волна, именно длиной в 1,85 см ¹⁴ (при замене шарика вибратора другим, большим, — 2,36 см). Таким образом, Бос опроверг сделанное незадолго до этого Саразеном и де ла Ривом сообщение о размытости спектра и многоволновости герцева вибратора; одновременно Бос подчеркивал, что никакие резонансные явления в приемнике не могли исказить результаты.

Все эти опыты обладали большой новизной и возбуждали громадный интерес. Однако, может быть, наиболее характерны для стиля Боса следующие его опыты той же серии.

Он блестяще повторил опыты Герца с поляризацией электромагнитных волн проволоочными решетками для сравнительно очень короткой длины волны. Бос установил, что и многие естественные кристаллы (серпентин, немалит, берилл, апатит и др.) также поляризуют герцевы волны, причем

¹² J. C. Bose. On the determination of the indices of refraction of various substances for the electric ray. II Index of refraction of glass. «Proc. Roy. Soc.», 1898, vol. LXII, p. 293.

¹³ J. C. Bose. On the determination of the wave-length of electric radiation by diffraction grating. «Proc. Roy. Soc.», 1897, vol. LX, p. 167.

¹⁴ Бос получил и более короткие волны, но не работал на них ввиду их недостаточной мощности.

многие из этих кристаллов непрозрачны для видимого света. Вопреки ожиданиям, игравший такую роль в оптике турмалина оказался при этом плохим поляризатором. Бос связывал явление поляризации герцевых волн в кристаллах с различием электропроводимости в них в разных направлениях. Далее он показал, что поляризующим действием обладают и такие растительные текстуры, как пучки параллельных волокон конопли, волос¹⁵, обычные книги.

Бос смоделировал также прохождение света сквозь правые и левые оптически активные вещества, пропуская герцевы волны через скрученные «вправо» и «влево» винтообразные пучки волокон конопли, и показал, что смесь равных количеств таких «правых» и «левых» пучков не активна в смысле поляризации, т. е., как он указывает, произвел аналог действия смеси декстрозы и левулозы.

Очень интересны также опыты Боса с получением аналога хорошо известного в оптике кристаллов явления «черного креста», которое получается, например, при помещении между скрещенными николями куска закаленного стекла. Бос получил аналог этого явления с герцевыми волнами, помещая между поляризатором и анализатором круг свернутой телеграфной ленты, ориентированный перпендикулярно электрическому лучу. При смещении центра диска от оси симметрии под некоторым углом к горизонтальной оси получалось явление деполяризации. Аналогичные результаты Бос получил с системой концентрических станиолевых колец, наклеенных на слюду, а также с хорошо высушенными (во избежание поглощения) срезами различных деревьев, с четко выраженными годичными кольцами, а также с соответственно выращенными кристаллами.

Публикации первых работ этой серии, а также демонстрация опытов в Королевском обществе в Англии, имели громадный успех.

Проявленное в этих работах богатство мысли, исключительный талант экспериментатора были причиной присуждения Босу денежной премии для продолжения его исследований и, правда значительно позднее, в 1918 г., степени доктора Лондонского университета. Отзыв знаменитого физика Кельвина (Уильяма Томсона) о работах Боса был крайне сочувственным. «Но, — говорит биограф индийского ученого, — все это имело для Боса главным образом значение лишь как показатель прогресса Индии в деле научного исследования»¹⁶. По-видимому, уже тогда Бос пришел к мысли, что Индия должна иметь свой собственный исследовательский институт. Однако эта его мечта частично осуществилась лишь в 1914 г. открытием специальной лаборатории при Президенте колледже. Специальный институт для работ Боса был создан лишь в 1917 г.

Публикация этих работ принесла Босу большую славу в Европе. Прекрасно отзывались о его исследованиях не только такие известные английские ученые, как Д. Г. Пойнтинг, Д. Г. Стокс, Сильванус Томсон, но и французские — например Г. Липман немецкие — Г. Г. Квинке, Э. Варбург, Ф. Ленард и др.; П. Н. Лебедев внимательно изучал работы Боса; об отзывах А. К. Тимирязева и А. С. Попова уже говорилось выше.

* * *

Так был завершен большой и наиболее яркий цикл физических работ Боса, которыми он способствовал утверждению представления об электромагнитной природе света.

Непосредственно примыкающие сюда дальнейшие физические и отчасти

¹⁵ J. C. Bose. On the rotation of plane of polarisation of electric waves by a twisted structure. «Proc. Roy. Soc.», 1898, vol. LXIII, p. 146.
¹⁶ «Nature», 1937, vol. CXL, p. 1041.

физико-химические его работы¹⁷ имеют иную направленность и иную значимость. Представляется, что Бос, уже приступая к новому циклу работ, имел в виду перенести в скором времени свою методику в область биофизики и физиологии.

Вероятно, в этой не вполне еще осознанной им тогда устремленности и лежит причина того, что в своих работах Бос совершенно не занимался техническими приложениями, хотя подробнейшим образом исследовал изменения под воздействием электрических напряжений сопротивления несовершенных контактов для громадного количества металлов и их соединений, т. е. занимался вопросами, представлявшими большой интерес для развития проволочной телеграфии в тот период. Бос-физик ощущал, что в поведении металлических опилок когерера в электромагнитном поле, во внезапном изменении сопротивления контактов, в зависимости поведения этих контактов от их химической природы скрыта некая глубокая и важная закономерность, сулящая надежду заглянуть вглубь строения вещества. Ибо на основании своих опытов он убедился, что такие простые гипотезы, как, например, гипотеза Лоджа, согласно которой проводить ток под действием герцевых волн когерер начинает просто потому, что опилки в нем свариваются микроскопическими искрами, противоречат фактам.

В установленной экспериментально зависимости реакции контактов на электрическое возбуждение от давления, температуры, длительности воздействия, его интенсивности, в проявившемся в отдельных случаях параллелизме между воздействием света и герцевых волн, в подмеченной ученым решающей роли поверхностных слоев и их обработки — во всем этом Бос усматривал доказательство появления под действием тока некоторых изменений в строении самого вещества, несравненно более глубоких и интересных, чем простое сваривание опилок.

Бос пришел к выводу, что наибольшим эффектом среди металлов обладает калий, и делал попытки связать интересующие его свойства металлов с атомным весом и вообще с положением их в менделеевской системе элементов. Исследователь пришел далее к выводу, что многие вещества (совсем не в виде редких исключений, как утверждали другие) не уменьшают своего сопротивления под действием герцевых волн (так называемый «+эффект»), а, наоборот, увеличивают его («-эффект») и что «+эффект» при сильном облучении может перейти в «-эффект» при облучении слабым.

Далее Бос приходит к мысли проводить исследование контактов не при помощи герцевых волн, а, что несравненно проще, применять постоянный ток, как это обычно делается и поныне; это непосредственно приводит его к построению кривых в координатах напряжение — ток, т. е. тех самых кривых, которыми ныне широко пользуются в аналогичных исследованиях и которые называются характеристиками; отметим, что и самое это название («characteristic curve») также принадлежит Босу. При снятии таких характеристик Бос пользовался прибором с зеркальным гальванометром, явившимся прообразом многих из современных самопишущих измерительных приборов.

¹⁷ J. C. Bose. On the self-recovering coherer and the study of the cohering action of different metals. «Proc. Roy. Soc.», 1900, vol. LXV, p. 166; On the periodicity in the electric touch of chemical elements. Preliminary Notice. «Proc. Roy. Soc.», 1900, vol. LXVI, p. 450; On electric touch and the molecular changes produced in matter by electric waves. Там же, p. 452; On the similarity of effect of electrical stimulus in inorganic and living substances. «Electrician», 1900, vol. XLV, p. 774; On the change of conductivity of metallic particles under cyclic electromotive variation. «Electrician», 1901, vol. XLVII, p. 880; On the continuity of effect of light and electric radiation on matter. «Proc. Roy. Soc.», 1902, vol. LXX, p. 154; On the similarities between radiation and mechanical strains. Там же, стр. 174; On electromotive wave accompanying mechanical disturbance in metals in contact with electrolyte. Там же, p. 273; On the strain theory of photographic action. Там же, p. 185.

Бос сделал ряд весьма интересных наблюдений: о явлении усталости металлов в контактах и об их способности «отдыхать», о спонтанных скачках сопротивления, о влиянии давления и натяжения на электрические свойства контактов, о том, что длительные периоды «отдыха» контактов ослабляли их восприимчивость, но что электрический импульс их вновь «оживлял» (т. е. возвращал им чувствительность) и др. Все это вскоре послужило ему отправной точкой для выводов в области биофизики об отсутствии принципиальной границы между «живым» и «неживым». Но тут мы рискуем вторгнуться в чужую область.

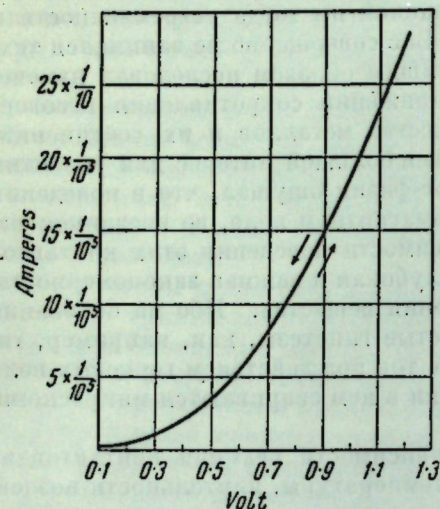


Рис. 8. Характеристическая кривая

в первой трети XX в. наука и техника, прежде чем современная трактовка проблемы стала реальностью.

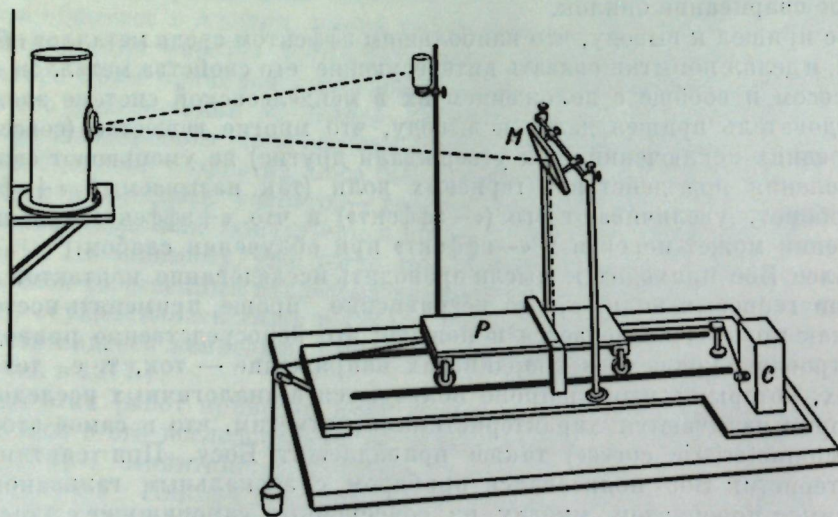


Рис. 9. Самопишущий прибор

P — каретка с разграфленной бумагой, движущаяся по рельсам; C — часовой механизм; M — зеркало, отражающее свет от гальванометра.

По-видимому, вдумчивый анализ с современных позиций именно физической стороны многочисленных опытов Боса с контактами мог бы представить значительный интерес.

Заканчивая краткий обзор цикла физических работ Боса, следует отметить, что самым блестящим его достижением является исследование по оптике герцевых волн.

При упоминании о биографических моментах, мы ограничивались в основном периодом жизни Боса примерно до 1900—1902 гг., т. е. тем периодом, когда Бос еще занимался только физикой, и не коснулись поэтому периода расцвета его славы, когда ему было оказано много новых почестей.

Упомянем только, что в 1920 г. он был наконец избран членом Лондонского Королевского общества.

Сам Бос, не без юмора, излагал в 1921 г. причины этого запоздалого признания:

«Уже 20 лет тому назад лорд Кельвин за мои физические исследования в области электрических волн, которые он считал очень важными, пожелал предложить меня в члены Королевского общества. Но я разрушил все его планы, покинув свое поле деятельности и произведя отважное вторжение в заповедную область физиологов растений; их негодование в ходе пяти лет сменилось признанием с тем результатом, что они в свою очередь пожелали представить меня в члены общества. Но по своенравию моей натуры я разрушил и их планы, вторгнувшись в область физиологии животных. Мне пришлось расплачиваться за свою опрометчивость в течение последних 15 лет, ибо ни у кого уже не доставало мужества стать моим поручителем»¹⁸.

* * *

Отрадно констатировать созвучие физических работ и достижений Чандра Боса с работами и достижениями наших соотечественников — Попова, Лебедева.

Отрадно сознавать и то, что бывшая разобщенность между странами, когда наши ученые знали Боса лишь понаслышке, ныне сменилась гораздо более тесным контактом между учеными Индии и Советского Союза, единодушными в своих благородных устремлениях к делу мира, процветания и счастья наших народов.

¹⁸ N. Narinayana. Jagadis Chandra Bose. «The illustrated weekly of India», 1958, Nov. 30, p. 23.

Чл.-корр. АМН СССР А. В. ЛЕБЕДИНСКИЙ

ДЖЕГДИШ ЧАНДРА БОС КАК БИОФИЗИК

Темой настоящего сообщения является характеристика биофизических исследований Ч. Боса. Содержательность и значение этих трудов справедливо подчеркиваются индийскими биографами ученого¹.

Биофизические работы Боса были опубликованы в первые годы текущего столетия. Время их появления отделено от наших дней почти что 60 годами бурного развития биофизики. Однако с этих забытых страниц, разбросанных по старым журналам, веет свежей атмосферой поисков, увлечения новой тогда областью фактов; читатель непрерывно ощущает ход научных исканий пытливого ученого. Личность исследователя сразу же обращает на себя внимание; о ней начинаешь думать с глубокой симпатией, и невольно возникает неослабевающий интерес к ученому из далекой Калькутты. Этот интерес растет по мере того, как мы знакомимся с работами Боса, выполненными в последующие годы и носящими печать зрелого экспериментального мастерства и глубокого теоретического мышления.

Нет ничего удивительного в том, что физик Бос, правда, прошедший хорошую естественнонаучную школу, занимался проблемами биофизики.

Следует иметь в виду, что биологические объекты не были редкостью в ряде физических лабораторий. Это относится не только к ученым XVII в., таким исследователям как Декарт или Борелли, о которых трудно сказать, кем они были больше — биологами или физиками. Но бесспорно физик первых десятилетий XIX в. Нобили экспериментировал с ЭДС кожи лягушки, в 40-х годах XIX столетия М. Фарадей изучает свойства тока, генерируемого электрическим скатом.

Конечно, особое место среди физиков XIX столетия, работающих в области биологии, занимает Г. Гельмгольц. Сделав выдающиеся открытия в области физиологии, он оставался всегда только физиком, технически правильно регистрируя и количественно точно оценивая биологические явления, в частности, в области физиологии нерва и мышцы, а также зрения и слуха. Это было, возможно, и большим, чем оценка физиком физической стороны биологического процесса, но почти никогда не уводило Гельмгольца за границы общей физики. Не случайно он первый использовал математический метод в решении ряда вопросов физиологии глаза, например феноменов пространственного зрения.

Физик охотно открывает двери своей лаборатории биологу. В физическом кабинете минного офицерского класса в Кронштадте под руководством А. С. Попова врач И. П. Тихков выполняет диссертационную работу «О сопротив-

¹ J. C. Bose. Plant Physiological Investigations in relation to Modern Biological knowledge by D. M. Bose. «The Bose research Institute», vol. XVII. Calcutta, 1947—1948.

лении человеческого тела электрическому току»². Физик делится своими соображениями о возможной трактовке некоторых биологических явлений с точки зрения своей науки. Так поступает, например, Н. А. Умов, выступивший с речью «Физико-механическая модель живой материи» на XI съезде русских естествоиспытателей и врачей (1901)³.

Бос продолжил традицию передовых представителей физики того времени — прямо или косвенно участвовать в решении некоторых биологических задач. Он был оригинален на этом пути, сделав попытку использовать достижения наиболее современной тогда физической теории для решения биофизических задач. Он продемонстрировал возможность использования в биологии этой теории в тот момент ее развития, когда она оказывалась в центре внимания физиков, получая свое техническое воплощение. Этого одного уже было бы достаточно, чтобы всегда помнить имя Боса в истории биофизики. Но он сделал нечто большее, указав на возможность особых отношений между физикой и биофизикой. И это следует подчеркнуть.

Это особое отношение, развития которого можно ожидать в будущем, заключалось в попытке не только использовать в интересах биологии идеи современной ему физики, но и искать их подтверждения и развития в области биологических феноменов.

Было бы неправильно оценивать исследования физика того времени в области биофизики как какой-то легкий для ученого путь. Возможности для работы сужались прежде всего естественными для тех лет трудностями количественного эксперимента с живыми объектами. Была к тому же еще одна, более глубокая причина, ограничивавшая доступ физика в мир жизненных явлений.

Она заключалась в том, что если физический мир и признавался подчиняющимся закону причинности, и, следовательно, подлежащим исследованию экспериментатора, то область жизненных явлений рассматривалась как проявление действий жизненной силы, витального принципа, души с ее непознаваемыми законами. Вспомним, что незадолго до выступления Боса на научной арене один из крупнейших биофизиков XIX столетия Э. Дюбуа-Реймон объявил непознаваемыми именно основные биологические проблемы.

Бос был одним из немногих естествоиспытателей своего времени, в значительной мере преодолевших эту тяжелую для развития науки эпоху кризиса в естествознании, философская сущность которого так блестяще была раскрыта В. И. Лениным в его произведении «Материализм и эмпириокритицизм».

Для Боса представлялось ясным, что термин «физика» совершенно правомочно прилагать как к явлениям, наблюдаемым в неорганических веществах, так и к тем, которые имеют место в живых тканях, т. е. закономерно говорить о «физике живых тканей»⁴.

Эта физика живых тканей отличается особенностью, соответствующей особенности самого объекта исследования. Она заключается в том, «что за некоторым предыдущим событием следует цепь реакций самого сложного характера». И хотя окончательный результат возбуждения может быть весьма сложным, индийский ученый признает наличие корня всего этого в виде «первоначальной причины» и «первоначального действия»⁵. Это исключительно важное положение является исходным для понимания научной позиции Боса, признававшего подчинение физики жи-

² И. П. Тихов. О сопротивлении человеческого тела электрическому току. СПб., 1886.

³ Цит. по кн.: «А. С. Попов в характеристиках и воспоминаниях современников». Изд-во АН СССР, М.—Л., 1958, стр. 318.

⁴ J. C. Bose. «The Electritrons», t. 45, 19.X 1900, p. 897.

⁵ Там же.

вых тканей тому же закону причинности, который обуславливает в конечном счете познаваемость явлений физики неорганической природы. Замечательный индийский исследователь широко распространял принцип причинности в области физики живых тканей. Он считал его приложимым не только к мышце, «возбуждение или удар» которой является причиной последующего сокращения. Воздействие на сетчатку глаза может, по мысли Боса, дать ряд последующих эффектов, о которых мы будем говорить ниже, и даже «стимулировать начало психологического процесса, который мы называем памятью»⁶.

Бос не скрывал трудностей, с которыми сталкивался на своем пути. Они были, как он признавался сам, «весьма многочисленными и подчас обескураживающими»⁷. Бенгальский энтузиаст в лаборатории, примитивность аппаратуры заставляют должным образом оценить это признание. Бос отлично понимал единство мира, принцип, диктовавший ему конкретный путь исследований. «Можно, — писал он, — найдя некоторое общее свойство материи, общее и устойчивое как для живых тканей, так и для неорганических веществ, попытаться истолковать при помощи этого общего свойства многие явления, кажущиеся на первый взгляд столь резко характерными. Поиски некоторого единства, объединяющего, какими бы обстоятельствами это ни оправдывалось, кажущееся разнообразие, всегда являлись тенденцией науки»⁸.

Постулируя это глубоко верное положение, Бос не был тогда в состоянии до конца правильно решить вопрос об отношении живого и неживого. Он считал, что «едва ли вообще могут быть установлены произвольные границы между двумя группами явлений». Поэтому, говорил он, «изложению недостает некоторой преемственности; нельзя провести черту и сказать: «здесь кончаются физические процессы и начинаются физиологические», или — «это явление свойственно неорганической материи, а другое — живому организму», или — «вот демаркационные линии, отделяющие физические процессы от физиологических и от начала психических процессов»⁹.

Он, однако, бесспорно был близок к правильному решению вопроса, не только признавая, но и практически используя эволюционную теорию. Действительно, и р о з в о л ь н о й границы не существует; она, естественно, возникает при исторической оценке явлений. Физиология, конечно, представляет собой физику и особенно, как подчеркивал Энгельс, химию живого тела. Однако она перестает быть специально химией. «С одной стороны, сфера ее действия ограничивается, но, с другой стороны, она вместе с тем поднимается здесь на некоторую более высокую ступень»¹⁰.

Бос отчетливо сознавал существование еще одной трудности, которая стояла на его пути. Она заключалась в том, что Босу неизбежно приходилось прибегать к аналогиям, которые часто только и связывали факты из области физики неорганического мира и биофизики. Нередко он открывал только «сходства», подбирая биологические объекты, которые могли их обнаружить в максимальной степени. Именно благодаря этому, начав поиски с «аналогичных явлений» в области нервно-мышечной физиологии, ученый обратился затем к иному объекту, а именно, к сетчатке глаза. Это требовало известной осторожности в выводах, подтверждения их в экспериментах, которые намечал и выполнял Бос. Оценивая неизбежное тогда несовершенство технических средств опыта, он призывал читателя в ряде случаев быть осторожным с некоторыми из формулируемых положений, нарочито подчеркивая, что «предлагаемые выводы основаны только на размышлении»¹¹.

⁶ J. C. Bose. «The Electritition», t. 45, 19.X 1900, p. 897.

⁷ J. C. Bose. «Proc. Roy. Soc.», vol. LXVI, № 433, 1900, p. 452.

⁸ J. C. Bose. «The Electritition», vol. 45, 5.X 1900, p. 897.

⁹ Там же.

¹⁰ Ф. Энгельс. Дialectика природы. Госполитиздат, 1950, стр. 204.

¹¹ J. C. Bose. «The Electritition», t. 45, 5.X 1900, p. 901.

Как известно, общий замысел исследований Боса заключался в следующем. Изучая воздействие электромагнитных колебаний на различные вещества, он обнаружил изменения их электропроводности по отношению к постоянному току. Изменения электропроводности Бос трактовал как результат молекулярной реакции вещества, описывал его как «смещение» и «напряжение» молекул под влиянием электромагнитных колебаний, т. е. прохождения тока через вещество, подобно тому как это происходит в конденсаторе, реагирующем на искровой разряд в опыте Герца.

С точки зрения Боса, одним из наилучших методических приемов обнаружения подобных молекулярных изменений является именно изменение электропроводности, которое он регистрировал путем измерения отклонения зеркала гальванометра, включенного в цепь, составленную из источника постоянного тока и исследуемого вещества. С современной точки зрения, особенно оценивая технические возможности эксперимента того времени, могут быть высказаны возражения против постановки опыта, который был осуществлен Босом. Однако, пытаясь посмотреть на явления его глазами, нужно представить себе, что для него движение светового луча, отражаемого зеркальцем гальванометра, было достаточно точным показателем молекулярных процессов в веществе.

В ряде случаев кривые изменения электропроводности под влиянием электромагнитных излучений обнаруживают закономерный и определенный ход. Однако на самом деле явление представляется гораздо более сложным. Наблюдая за зайчиком гальванометра, можно видеть его «трепетание», говорящее о «богатстве и разнообразии» молекулярных явлений. Оно, очевидно, свидетельствует о «переходных процессах; о странных проявлениях нерешительности молекул в критические моменты, когда они словно выбирают, на какой структуре им следует остановиться; о молекулярной инерции, заставляющей вновь сформированную структуру выйти за пределы устойчивости и вновь вернуться к более устойчивому расположению»¹².

Молекулярная физика неорганических тел конца прошлого века ничего не знает о такого рода явлениях. И психологически понятным представляется обращение ученого к физике биологических объектов, т. е. живых систем, с характерным для них неустойчивым состоянием молекул, которые, например, в мышце переходят естественным путем в возбужденное состояние; что проявляется во внезапно наступающем изменении преломляющих свойств мышечного вещества, возникновении напряжения, его постоянной и закономерной потере при утомлении. В области физиологии оказывается возможным обнаружить явления, где удивительная «перепитательность» молекул и все другие необычайные для общей физики того времени явления оказываются вполне закономерными и, главное, легко наблюдаемыми. Для Боса таким биологическим объектом оказывается сетчатка глаза.

Сетчатка давно привлекала к себе внимание, особенно с тех пор как в 60-х годах прошлого века физиолог В. Кюне получил на ней фотографическое изображение предметов, фиксированных глазом кролика. Это было вторым капитальным открытием в области физиологии зрения, после знаменитого опыта Р. Декарта, который на сетчатке глаза через прорезь в белковой оболочке увидел изображение предметов, на которые «смотрел» вырезанный глаз животного. Кюне удалось извлечь из сетчатки светочувствительное вещество, зрительный пурпур, доказать факт его фотохимического превращения на свету, получить первые спектры поглощения¹³, уточненные физиком Кенигом¹⁴.

¹² J. C. Bose. «Proc. Roy. Soc.», vol. LXVI, № 433, 1900, p. 452.

¹³ В. Кюне. Химические процессы в сетчатой оболочке. В кн. «Руководство по физиологии», т. 3, ч. 1. СПб., 1887.

¹⁴ A. Koenig. Ueber den Einfluss von santoninsauerem Natron auf ein normales trichromatisches Farbensystem. «Gesam. Abh. z. physiol. Optik», 1903, S. 140.

Имелось, однако, одно существенное в то время возражение против фотохимической теории зрения, начавшей завоевывать себе прочное место в науке. Оно заключалось в том, что используемая в обычном зрительном акте часть сетчатки, центральное углубление, считалась лишенной светочувствительного вещества. Этот факт был известен и Босу, который попытался дать новое объяснение возникновению светового ощущения, свободное от приведенного возражения.

Как думал Бос, электромагнитные колебания вызывают возбуждение молекул; тот же процесс возникает под влиянием действия света на сетчатку. Возбуждение молекул сетчатки или является причиной возникновения ЭДС сетчатки, или оказывает влияние на уже существующую в ней ЭДС, хотя возможно и изменение проводимости сетчатки. Все эти процессы могли влиять на судьбу зрительного импульса, который, по мысли Боса, представляет собой не что иное, как электрический ток. Так или иначе во всех этих случаях причиной возникновения или изменения зрительного тока является «молекулярное напряжение», возникающее под влиянием электромагнитных волн.

Физик, разрабатывая биофизику зрения, обращает внимание на феномены, интересовавшие его в области общей физики. Бос «не страшился предстоящего блуждания в неисследованной области последовательных образцов»¹⁵. Но именно она, такому по крайней мере казалось, позволила увидеть буквально своими глазами удивительные судьбы молекулярного напряжения в живой, возбудимой системе. Одной из причин этого является, как думал Бос, исключительно «высокая чувствительность детекторов тока, т. е. мозга»¹⁶.

Работа в области неисследованного имеет свои преимущества; Бос чувствовал себя свободным от «предвзятых мнений», «не зная заранее, чего следует ожидать в каждом отдельном случае». Это путь, ведущий к наблюдению фактов и открытию «явлений, которые, возможно, до этого не были замечены».

Надежды Боса оправдались с первых шагов. При действии на глаз кратковременных вспышек света он обнаружил постепенное увеличение интенсивности зрительного ощущения. «Максимальный эффект наблюдается спустя некоторое время... ощущение постепенно достигает наибольшей интенсивности, после чего постепенно слабеет»¹⁷. Это совершенно правильное описание позднее подтвердилось полностью. Бос подчеркнул даже одну важную количественную характеристику явления, заключающуюся в том, что при большей интенсивности светового раздражения максимум интенсивности ощущений достигается раньше, чем при меньшей.

В биофизической основе явлений последовательных образов Бос видел феномен осцилляций молекул. У него рождается мысль о том, что именно в живой системе, и, возможно, особенно в сетчатке эти явления должны быть выражены наиболее отчетливо.

После длительных фиксаций взором светлого предмета и затем закрывания глаз возникает ощущение темноты. Для Боса—это свидетельство ослабления зрительного тока, «отдача», возникающая в результате потери молекулярного напряжения, «спады» кривой; последующие осцилляции, выражающиеся в появлении серии положительных и отрицательных последовательных образов, являются проявлением усиления и ослабления «зрительного тока». Более сложный случай флюктуации Бос наблюдал при изучении борьбы полей зрения, т. е. тогда, когда сетчатки каждого из глаз получают изображения различных объектов и наблюдатель при использовании стереоскопа видит то один из них, то другой или же в какой-то момент времени они оказываются сов-

мещенными. Помимо такого предложенного Гельмгольцем метода наблюдения борьбы полей зрения, Бос описывает еще несколько приемов наблюдения в этой полюбившейся ему области биофизики. Пытаясь как физик возможно точнее описать явления, он обнаруживает разность фаз флюктуации в каждом из глаз; как физиолог, тонко понимающий природу биологического процесса, Бос образно описывает, как один глаз «постепенно засыпает, в то время как другой идет к высшей степени «бодрствования». Потом перестает видеть второй глаз, в то время как чувствительность первого возрастает до максимума»¹⁸.

«Физика живых тканей» — так называл Бос область знания, определяемую нами теперь термином «биофизика». Непосредственным предметом его биофизических увлечений были «переходные процессы» между началом физиологического явления и его бесконечно сложным течением. Он много ждал от результатов исследования такого «моста» между двумя категориями явлений: например, действие электрического тока на мышцу и ее последующее сокращение, раздражение нерва и возникновение в нем возбуждения, освещение сетчатки глаза и развитие зрительных ощущений.

Такая постановка вопроса сама по себе в высшей степени примечательна; следует помнить, что большинство биофизиков конца XIX столетия придерживалось или взглядов физиолога И. Мюллера, яркого представителя физиологического идеализма, постулировавшего независимость ощущения от внешнего мира, или физика Фехнера, принимавшего существование параллелизма между материальным миром и психическими явлениями. Именно в это время Бос пытается изучить своеобразие процессов превращения физических явлений в биологические, переход вещей внешнего мира в факты ощущения и сознания. Буквально так он поступает тогда, когда ставит своей задачей отыскать переходные феномены для объяснения явлений памяти.

Мы уже говорили о трудностях, которые отмечал Бос при попытках провести границу между неживым и живым, показать, где происходит этот неуловимый разрыв непрерывности. Но он смог отметить одну характерную особенность живой системы: ее способность к самовосстановлению.

Принцип самовосстановления как характерное свойство живого вещества был четко сформулирован индийским физиком. В не столь определенной форме, однако вытекающей из всего существа его воззрений, в его работах фигурирует и другой принцип характеристики живого: особенно хорошо выраженные неустойчивые состояния, «флюктуации» молекулярного напряжения, о которых мы говорили выше. Таким образом, Бос делает плодотворную попытку подметить качественно особые закономерности переходных процессов, предмета физики живых тканей и органов. И это обстоятельство хотелось бы подчеркнуть.

Уже указывалось, что физиологи неоднократно обращались к изучению физических свойств биологических объектов. Задолго до появления работ Боса измеряются величины удельной электропроводности живых тканей; определяется их модуль упругости. Со скрупулезной точностью, используя компенсационный метод, Дюбуа-Реймон измеряет электродвижущие силы мышц, нервов, сетчатки глаза и мозга. В интереснейшем исследовании В. Я. Данилевский¹⁹ в Петербурге делает попытку с точки зрения термодинамики подойти к пониманию свойств скелетных мышц. В четкой форме И. М. Сеченов²⁰ в 70-х годах прошлого века говорит о необходимости физико-химического подхода к пониманию процессов, происходящих в организме.

¹⁸ J. C. Bose. «The Electritions», t. 45, 5.X 1900, p. 899—900.

¹⁹ В. Я. Д а н и л е в с к и й. Термофизиологические исследования мускулов. «Зап. Имп. акад. наук», 1881, т. XL, стр. 57—68.

²⁰ И. М. С е ч е н о в. Материалы для будущей физиологии алкогольного опьянения. Докт. дисс. СПб., 1860.

¹⁵ J. C. Bose. «The Electritions», t. 45, 5.X 1900, p. 898.

¹⁶ Там же.

¹⁷ Там же.

Вряд ли Бос что-нибудь знал о работах русских биофизиков. И нам особенно дорого, что он шел принципиально тем же путем, что и они. В этом нет ничего удивительного, так как в далекой Индии исследователь физики жизненных явлений, бесспорно, был близок к тем философским основам, которыми руководствовались русские биофизики.

Определенно интересны и конкретные биофизические представления, которые развивал Бос. Они вытекали из той теории, которую он разрабатывал в общей физике и принципы которой прилагал к области биофизики.

Как легко видеть из биофизических исследований Боса, по существу им был теоретически поставлен вопрос о влиянии электромагнитных колебаний на биологические объекты и разрабатывался вопрос о некоторых общих биофизических закономерностях реакции живой ткани.

Постановка первого вопроса в то время была вполне закономерной. Русский физик А. А. Эйхенвальд²¹ экспериментально показал факт поглощения растворами энергии электромагнитных колебаний. Отечественный физиолог В. Я. Данилевский тщательно изучил физиологические эффекты искрового разряда в отношении перво-мышечного препарата лягушки (1895)²². Д'Арсонваль исследовал влияние переменного электромагнитного поля на некоторые функции организма животных и человека. Н. Ушинский в лаборатории Пашутина обнаружил в аналогичных условиях увеличение выделения CO_2 у морских свинок (1897)²³.

Над биофизической природой переходных процессов в сетчатке глаза, возникающих под влиянием света, начинает задумываться ученик П. Н. Лебедева, впоследствии академик, П. П. Лазарев²⁴. Явлениям в теле, поглощающим энергию поля, Бос дал механическую трактовку: его интересовали явления молекулярного напряжения с последующей релаксацией, как можно было бы сказать, используя терминологию Максвелла.

В настоящее время трудно решить вопрос о том, была ли такая трактовка явлений для Боса, как и для Максвелла, только моделью или же он принимал ее как выражение существа процесса.

Оба предположения одинаково вероятны. Биофизики того времени охотно использовали для своих теоретических исследований элементарные механические молекулярные процессы в тканях. Однако возможно и другое, а именно, что Бос придавал общее значение этим явлениям, которые для него на самом деле тоже были моделью процесса, природу этого процесса он не предопределял. Так или иначе механическая модель возбужденной молекулы позволяла ему высказать ряд интересных идей в области биофизики.

Он предполагал, например, что утомление мышцы следует рассматривать как результат перенапряжения, вслед за которым неизбежно наступает состояние нечувствительности к возбуждению, продолжающееся до тех пор, пока не произойдет освобождения от возникшего напряжения. Скорость процесса определяется подвижностью молекул. События в мышце осложняются тем, что явление молекулярного напряжения при возбуждении происходит в среде электролита, в которой могут возникнуть добавочные факторы в виде, например, появления дополнительной ЭДС. Плодотворной была догадка Боса о возможности изменить соотношение координат в кривой утомления мышцы путем увеличения вязкости мышечного вещества. В качестве

таких средств он называл вератрин и некоторые другие препараты. Это было уже началом прямого и плодотворного в дальнейшем пути биофизики мышц, что позволяло понять ряд физиологических сторон процесса мышечного сокращения, исходя из представления о мышце как об упруго-вязком теле.

Как мы уже подчеркивали, Бос не ограничивался догадками. Он пытался моделировать явления путем, например, создания искусственной сетчатки из магнитной окиси железа, которая при действии на нее электромагнитных волн обнаруживает изменение проводимости, т. е., с точки зрения Боса, молекулярные реакции, близкие к тем, какие наблюдаются при действии света на глаз. Характерно, что в качестве критерия пригодности этой модели, Бос выдвигает возможность ее самовосстановления при нагревании. Обращают на себя внимание интересно задуманные и тщательно проведенные эксперименты ученого, регистрировавшего одновременно механические, электрические явления и изменения электропроводности в процессе умирания. Нам кажется, что целью этих опытов были поиски физических выражений той грани между живым и неживым, трудность уловить которую подчеркивал в свое время Бос.

Представляет интерес предложенная Босом модель, позволявшая воспроизвести ряд важных сторон реакции живой ткани на механическое раздражение, и прежде всего особенно занимавшие его процессы восстановления. Она воспроизводила также зависимость амплитуды реакции от силы раздражителя, суммацию быстро следующих один за другим слабых стимулов и феномен утомления.

С проблемой моделирования в работах Боса непосредственно связана мысль, которой сам он придавал существенное значение.

Последовательно проводя принцип единства жизненных явлений, Бос обратился к растительным организмам как к своего рода живым моделям. Детально изучая биофизическими методами механические и электрические реакции, возникающие при действии раздражителей, он сформулировал представление об обусловленности реакций живой системы на действие таких стимулов среды, как сила тяжести, механическое прикосновение, действие света, изменение температуры и влажности. В связи с этим воззрением Бос смог развить интересные представления о роли энергии стимула в происхождении таких реакций, возможности ее накопления и значении этого процесса в происхождении так называемой ритмической автоматической деятельности²⁵. Существенно подчеркнуть, что в таком случае биологическую систему можно рассматривать как пример информационного механизма, обеспечивающего адаптацию к среде. Поэтому не без основания индийские исследователи творчества Боса указывают на его работы как на подступы к развитию представлений современного учения об информации, кибернетике.

Много лет, в течение которых совершалось бурное развитие биофизики, отделяют нас от времени появления работ Боса. Перечитав их теперь, невольно чувствуешь в них неожиданный и плодотворный источник ряда идей современной науки. И хочется подчеркнуть особенность нашего времени, воплощенную в советской науке, — интерес к культуре, изучению ее развития у разных народов мира. Когда сегодня речь идет о работах индийского ученого, то, кроме их собственно научного интереса, нельзя не отметить, что факт обращения к этим работам является одним из выражений естественного желания советских ученых отдать дань уважения великому индийскому народу, стремление которого к независимости, демократии, дружбе и миру со всеми народами вызывает глубокую симпатию.

²⁵ Jagadis Chunder Bose. Electrophysiologie comparée. Paris, 1927.

²¹ А. А. Эйхенвальд. Поглощение электромагнитных волн электролитами. Докт. дисс., 1897. Цит. по кн.: «Очерки по истории физики в России». Учпедгиз, 1949, стр. 181.

²² В. Я. Данилевский. Ueber die tripolare elektrische Reizung der Nerven. «Zentralbl. f. Physiol.», 1895, Bd. IX, H. 12, S. 390—398.

²³ Цит. по кн.: Е. А. Филкольтейн. Василий Яковлевич Данилевский — выдающийся русский биолог, физиолог и протистолог (1852—1939). Изд-во АН СССР, 1955, стр. 118.

²⁴ П. П. Лазарев. Исследования по ионной теории возбуждения. М., 1916.

П. А. ГЕНКЕЛЬ

РАБОТЫ ДЖЕГДИША ЧАНДРА БОСА В ОБЛАСТИ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Наш великий физиолог растений Климент Аркадьевич Тимирязев так оценил значение блестящих работ Боса по физиологии растений: «Пожалуй, еще более замечательный пример применения точных физических методов к физиологии растений представляют труды ученого, самое имя которого знаменует новую эпоху в развитии мировой науки»¹. Эти слова К. А. Тимирязева, сказанные еще в 1915 г., оказались в известной мере пророческими. Для нас, живущих в эпоху крушения империализма и освобождения народов от колониального рабства, не удивительно, что существенный вклад в науку вносят представители всех стран мира. Тимирязев со свойственной ему проникательностью понял, что с XX в. начнется время, когда наука станет достоянием всех свободных народов мира.

Замечательный представитель индийского народа Джегдиш Чандра Бос внес существенный вклад в биологическую науку, и в частности в физиологию растений. Когда Бос в 1900 г. пришел к выводу об общности ответных реакций у живого и неживого, то он, как известно, отправился в Англию, чтобы ознакомить английских ученых с результатами своих опытов². Однако не в пример предыдущему визиту Боса в Англию результаты его работ не встретили единодушной поддержки и даже вызвали критику английского Нестора физиологии Бурдона-Сандерсона. Статьи Боса не были приняты к печатанию Королевским обществом. Это побудило Боса изложить полученные результаты более подробно в виде отдельной книги, которая вышла в 1902 г.³ В дальнейшем Бос, все более углубляясь в область физиологии растений, написал девять книг, содержащих огромный экспериментальный материал. Следует отметить своеобразную манеру изложения Боса. Его книги не перегружены литературными обзорами, но всегда содержат очень большой экспериментальный материал и очень тщательное описание применяемой им измерительной аппаратуры. Как всякий ученый-классик, Бос уделял огромное внимание методике работы, и в частности той оригинальной измерительной аппаратуре, на создание которой он тратил большую часть своего времени. Биограф Боса, профессор Геддес⁴, написавший о нем боль-

¹ К. А. Тимирязев. Главнейшие успехи ботаники в начале XX столетия. Полн. собр. соч., т. 8. Сельхозгиз, 1939, стр. 204.

² Следует отметить, что общность между ответными реакциями живого и неживого была обнаружена Босом на молекулярном уровне. Вряд ли она обнаружилась бы на субмикроскопическом и микроскопическом уровнях.

³ J. C. Bose. Response in the Living and Nonliving. London, 1902.

⁴ P. Geddes. Leben und Werk von Sir Jagadis C. Bose. Leipzig, 1930.

шую монографию (1920, цитирую по немецкому изданию 1930 г.), отмечает, что на конструирование аппаратуры по изучению движений у растений он затратил около восьми лет. Здесь невольно напрашивается сравнение Боса с другим классиком науки — К. А. Тимирязевым, который также затрачивал годы на усовершенствование методики исследования и конструирование оригинальных приборов для изучения фотосинтеза. Высокая чувствительность и точность приборов, при помощи которых Бос изучал явления раздражимости, движения, роста, передвижения воды и фотосинтеза у растений, привели его к новым представлениям и до настоящего времени должны учитываться всяким работающим в этих областях науки. Естественно, что прогресс науки в ряде случаев привел к нескольким иным и иногда к более сложным представлениям, чем те, которые развивал Бос, но полученные им факты остались как памятник его могучему гению, с необычайным экспериментальным искусством преодолевавшему затруднения, стоявшие на его пути.

Характеризуя Боса как биолога, прежде всего хочется отметить его огромную принципиальность в решении стоявших перед ним проблем. Бос всегда мыслил или старался мыслить материалистически. Отсюда его отрицательное отношение к витализму и желание материалистически разрешать стоявшие перед ним вопросы. Не зная принципов диалектического материализма, он иногда механистически упрощал некоторые явления, но недаром К. А. Тимирязев особенно блестящим достижением Боса считал материалистическое разъяснение вопроса об автономных движениях у тропического растения десмодиума (*Desmodium gyrans*). Главной идеей Боса была идея об общности физиологических функций у животного и растительного мира. В этом отношении Бос является прямым продолжателем Чарлза Дарвина, который последние годы своей жизни посвятил изучению труднейших и интереснейших сторон жизни растений, их движениям, росту, питанию. В такой работе Дарвина, как «Насекомоядные растения», наглядно продемонстрировано единство растительного и животного мира. Таким образом, развивая учение об единстве растительного и животного мира, Бос в избранной им области науки последовательно развивал эволюционное учение.

Зеленый растительный мир, кажущийся нам таким неподвижным и малочувствительным, в работах Боса как бы чудесно ожил и оказался не менее, а иногда и более чувствительным, чем животные и человек. Бос установил, что раздражение кончика языка (самого чувствительного органа) электрическим током начинает восприниматься человеком при силе тока в 6 микроампер, а стыдливая мимоза реагирует на силу тока в восемь раз меньшую.

Какой бы физиологический вопрос ни изучал Бос, он всегда основное внимание уделял вопросу раздражимости и ответным реакциям растений. Таковы его исследования и в другой области науки: по фотосинтезу и движению воды в растении. Все девять книг, написанных Босом, имеют одни и те же идейные основания и один и тот же подход к изучению физиологических процессов. В первых же своих работах Бос блестяще подтвердил тезис о том, что растения так же чувствительны, как и животные, а в своей последней книге «Автографы растений и их откровения» (1927) говорил о том, что каждое растение в регистрирующих аппаратах высокой чувствительности рассказывает о себе, о своем физиологическом состоянии, о влиянии на него благоприятных и неблагоприятных внешних условий⁵.

Бос использовал в физиологии растений методику исследований, применявшуюся в физиологии животных, но только очень модифицировал эту методику, весьма повысив чувствительность сконструированных им приборов. Впервые построенный немецким ученым Саксом ауксанометр, прибор

⁵ См. немецкое издание J. C. Bose. Die Pflanzenschrift und ihre Offenbarungen. Zürich u. Leipzig, 1928.

для измерения роста растений, в котором показатели роста увеличиваются в двадцать раз, Бос изменил таким образом, что в его крескографе благодаря наличию двух рычагов изображение роста на полученных кривых увеличивается в десять тысяч раз. Не удовлетворившись этим, он построил другой прибор, магнитный ауксанограф, увеличивающий измеряемые величины роста в десять и даже сто миллионов раз. Чтобы понять, насколько увеличивали приборы Боса изображение роста растений, можно привести такой пример. Если бы скорость улитки увеличить во столько раз, во сколько увеличен рост растения в ауксанографе Боса, то она двигалась бы в 40 раз быстрее, чем точка на экваторе при вращении Земли вокруг своей оси.

В качестве объектов для исследования раздражимости растений Бос взял обыкновенное растение Индии — сорную травку стыдливую мимозу, которая складывает свои листочки при механическом или ином раздражении. Кроме того, Бос экспериментировал с чувствительными растениями нептунией и биофитумом. В качестве объекта с автономными движениями он использовал телеграфное растение десмодиум. Для записи кривых при раздражении растений Бос сконструировал особый чувствительный аппарат резонанс-рекордер. Бос раздражал мимозу индукционными токами одинаковой интенсивности и получил кривые, изображавшие ответную реакцию этого растения на раздражение.

Прежде всего Бос установил, что ответная реакция мимозы аналогична реакции у животных, имеет скрытый период раздражения, т. е. время, в течение которого ответ не проявляется. Скрытый период раздражения у мимозы составлял около 0,1 сек. При длительном раздражении обнаруживается явление утомления, и скрытый период раздражения удлиняется до 0,14 сек. Кроме того, амплитуда ответной реакции на кривой уменьшается. Бос констатировал, что даже при таком кратковременном влиянии, как уменьшение интенсивности света от проходящего облака, моментально отмечается уменьшение амплитуды. Влияние таких внешних условий, как понижение и повышение температуры, хорошо регистрируется растением на кривой. Сущность движения мимозы заключается в разной чувствительности верхней и нижней сторон сочленения листа. Верхняя сторона сочленения реагирует в восемь раз медленнее, чем нижняя. При раздражении происходит большее сокращение стебля с одной стороны, чем с другой, и наблюдается опускание листа. Изгиб усика у вьющихся растений вокруг опоры происходит потому, что верхняя сторона чувствительнее и при раздражении происходит ее изгиб. Если отрезать часть усика и раздражать его электрическим током, то усик начинает сокращаться, производя червеобразные движения.

По мнению Боса, все растения проявляют чувствительность. Однако у растений, не реагирующих заметным образом на раздражение, она имеет равномерный характер, и поэтому не происходит одностороннего сокращения. Босу удалось обнаружить неоднородность ткани сочленения листа у мимозы. По данным Боса, ткань нижней стороны, особенно чувствительная к раздражению, легко красится сафранином. У менее чувствительного растения нептунии эти клетки разбросаны рассеянно среди ткани, а у нечувствительных бобов их не обнаружено.

Бос отмечает, что движение — не единственный вид ответной реакции растений. Он обращает внимание на то, что при раздражении происходят изменения электрофизиологического порядка. При отсутствии раздражения нет разницы в потенциалах между двумя точками А и В. После раздражения возникает разница потенциалов. Раздраженная точка В становится электроотрицательной по отношению к точке А. При раздражении происходят изменения в содержимом клеток, выражающиеся в: 1) сокращении, 2) уменьшении тургора, 3) движении и опускании листа у мимозы, 4) отрицательном колебании электрического тока. В покое состоянии наблюдаются обратные

явления: 1) расширение; 2) увеличение тургора; 3) распрямление листа, 4) позитивное колебание электрического тока.

Следует отметить, что дальнейшие исследования, приведенные в «Электрофизиологии растений» Штерна⁶, установили более сложные закономерности, но тем не менее это нисколько не умаляет огромной заслуги Боса в развитии электрофизиологии растений.

В ряде своих работ Бос подчеркивал, что в результате очень интенсивного раздражения (электрического тока, высокой температуры, ядов) растения регистрирует на кривой свою собственную смерть там, где прекращается ответная реакция растений. Очевидно наблюдаемая в этом случае смерть в какой-то мере аналогична клинической смерти, т. е. потере растением чувствительности как целого, так как вряд ли можно предположить, что все клетки его могут отмереть одновременно. Следует, однако, подчеркнуть, что Бос применял очень сильные воздействия, например нагревание до 60° С, которого, конечно, не выдерживает большинство растений.

Огромным достижением Боса надо считать расшифровку автономных движений у телеграфного растения десмодиума. Как известно, сложный лист небольшого индийского растения десмодиума состоит из большой пластинки и двух меньших боковых пластинок. Две маленькие пластинки листа находятся в непрерывном движении, то поднимаясь, то опускаясь аналогично семафору. Поэтому оно и названо семафорным или телеграфным растением (последнее относится к временам, когда телеграфные известия передавались ручными сигналами). Движения десмодиума казались абсолютно автономными, что, несомненно, служило оплотом для виталистических утверждений о полной независимости этих движений от внешних условий.

Уже в предыдущих своих работах, как известно, Бос установил, что движения растений являются ответом на изменение окружающих внешних условий. Как было показано, движение мимозы является движением отраженным, т. е. ответом на раздражение. Кроме того, Бос отмечает движения повторные. У растения биофитум (*Biophytum sensitivum*) листочки при раздражении захлопываются в одну секунду и расправляются в три минуты, в то время как у мимозы падение черешка листа происходит в три секунды, а возвращается он в исходное положение в 15 минут. У биофитума и карамболы небольшое раздражение вызывает отраженное движение. При более сильном раздражении происходит в ответ ряд ритмических сокращений. По Босу, энергия раздражения может переходить в скрытое состояние и накапливаться, а затем обнаруживаться в многочисленных движениях. Если у биофитума или карамболы при слабом раздражении происходит одно отраженное движение, а при сильном — несколько повторных, то у десмодиума последнее происходит благодаря тому, что соответственные раздражения накопились, и наблюдателю поэтому кажется, что движения здесь носят самопроизвольный характер. Ставя десмодиум в константные неблагоприятные условия (темнота), Бос вызывал прекращение самопроизвольных движений. При сильной растрате энергии десмодиум реагирует лишь одним отраженным движением, как мимоза, а при менее сильном — повторными движениями, как биофитум.

В этих чрезвычайно интересных работах не было, с нашей точки зрения, попытки более детально выяснить это накопление стимула. Всего вероятнее, что сильное раздражение вызывает не накопление (аккумуляцию) стимула, а процесс распада каких-то веществ,носящий автокаталитический характер. При интерпретации этого и других явлений Бос, исследовавший растение с физической точки зрения, не уделял достаточного внимания биохимической стороне дела, указывая лишь в самой общей форме на значение

⁶ K. Stern. Elektrophysiologie der Pflanzen. Berlin, 1924.

биохимических процессов, в частности явлений окисления. Может быть, этим и объясняется тот разрыв, который, несомненно, существует между современной биохимической интерпретацией ростовых движений (гормональные теории) и представлениями, развивавшимися Босом. Безусловно, известный синтез этих точек зрения является одной из ближайших задач физиологов растений.

Таким образом, Бос⁷ обнаружил переход между обычными отраженными движениями растений у мимозы и сложными «самопроизвольными» движениями у десмодиума через промежуточный тип растений (биофитум и корамбола), у которых при определенных условиях наблюдаются повторные движения.

Нам кажется, что из проблем, исследованных Босом, весьма перспективным является изучение внутреннего состояния организма, его возраста и тонуса, т. е. общей отзывчивости на окружающие условия. Лучше всего эти физиологические свойства растения определяются электрофизиологическими показателями.

Изучая влияние повышенной температуры, Бос установил, что при 60° С наступает смерть у нормального растения, у утомленного растения — при 37° С, а у отравленного — при 18° С. В последнее время изучением биопотенциалов продолжается эта линия исследований Боса. Оно может быть с успехом использовано для характеристики внутреннего состояния растений.

Исследуя явления роста при помощи своих весьма совершенных приборов в очень коротком интервале времени, до 0,01 сек., Бос пришел к капитальному выводу о пульсирующем характере роста растительных организмов. Сухость почвы вызывает остановку роста и пульсационных движений. Изучая действие различных раздражений на рост, Бос приходит к важному выводу о том, что небольшое раздражение способствует росту, а сильное его угнетает.

Очень интересно утверждение ученого о влиянии прямого и косвенного раздражения на рост. Бос устанавливает правило, что прямой раздражитель вызывает сокращение, а косвенный — увеличивает рост.

Для творческой манеры Боса характерно умение разглядеть в единичных случайных фактах общую закономерность. В этом отношении блестящим примером является случай с так называемой молящейся пальмой из Фаридпора. Эта индийская финиковая пальма была, видимо, повреждена бурей и росла почти параллельно земной поверхности. В течение дня пальма совершала весьма заметные движения. Ее вершина поднималась утром и склонялась к земле к вечеру. По мнению верующих, она склонялась ко времени молитвы. Бос показал, что, во-первых, ее наибольшее пригибание не совпадает с часом молитвы, а во-вторых, что эти движения связаны с изменением температуры. Утром при наиболее низкой температуре и, очевидно, большем тургоре пальма подымается, а к вечеру с повышением температуры и, по-видимому, с падением тургора склоняется. Дальнейший анализ показал, что листья и стебли большинства растений обнаруживают не столь заметное, как в данном случае, но аналогичное движение, обратное изменению температуры. Так, исходя из единичного явления, Бос сумел установить общую закономерность, присущую всем растениям.

Интересны представления Боса о сущности ориентированных движений у растений. Он отрицает наличие у растений органов, позитивных или негативных в отношении тропизмов. По его мнению, прямое влияние вызывает замедление роста, косвенное — увеличение его. Прямое действие на правую сторону стебля вызывает сокращение роста и изгиб, передача раздражения на левую сторону вызывает нейтрализацию, и изгиба не происходит. Интен-

⁷ J. C. Bose. Researches on irritability of plants. London, 1913.

сивное прямое раздражение передается почти полностью на противоположную сторону и вызывает отрицательный изгиб. Эта интересная схема, однако, не может быть полностью принята, так как Бос не учел, что восприятие раздражения происходит не в стебле, а в точках роста. Используя остроумный метод электрозонда, Бос с физиологической стороны подтвердил статолитную теорию Немеца и Габерландта. Он показал, что в вертикальном положении в стебле не образуются электротоки. При смещении стебля в горизонтальное положение возникает раздражение в зоне крахмалоносного влагалища, что сразу же можно обнаружить по отрицательному колебанию тока.

В 1923 г. вышла книга Боса о движении воды в растениях⁸. Книга эта содержит очень интересный материал. Ученому удалось доказать существование пульсации клеток флоэмы при помощи того же метода электрозонда. В связи с этим открытием Бос приписывает пульсации клеток флоэмы основное значение в передвижении воды в растениях. Следует, однако, отметить, что прямых доказательств участия клеток флоэмы в передвижении воды Бос не дал. Принимая во внимание очень слабую интенсивность пульсации клеток, вряд ли можно считать это явление ответственным за передвижение воды.

Однако Босу удалось сделать интересные наблюдения по влиянию внешних условий на сокодвижение, и, главное, ему удалось показать высокую активность флоэмы, которой в настоящее время объясняют ее физиологическую роль в передвижении органических веществ, как это следует из работ Д. А. Сабина⁹ и А. Л. Курсанова¹⁰. В последнее время установлено, что интенсивность дыхания флоэмы во много раз выше, чем у других частей растения, и приближается в этом отношении к дыханию наиболее интенсивно дышащих организмов — грибов.

Нельзя разделить и точку зрения Боса на значение флоэмы как своеобразного сердца растений, а сосудов — как артерий растений. Также нельзя согласиться и с утверждениями Боса о наличии настоящих нервов у чувствительных растений и настоящей рефлекторной дуги.

Установленные Босом реакции растений на внешние раздражения получили дальнейшее развитие в науке.

Китайский ученый Ло Чен-хо¹¹ в настоящее время изучает передачу раздражения методами электрофизиологии не только у особо чувствительных, но и обычных растений, в частности у настурции, пользуясь катодным осциллографом.

Непрерывная передача возбуждения происходит у растений не по нервам, а непосредственно через протоплазму клетки и через протоплазматические пути плазмодесмы, которые соединяют соседние клетки друг с другом.

В последнее время на тонких срезах в электронном микроскопе, путем применения оригинального уранилового метода, Штруггеру¹² удалось доказать непрерывность плазмодесм в растениях. Мейзе¹³ в последней сводке по плазмодесмам, вышедшей в 1956 г., подводя итоги, приводит мнение

⁸ J. C. Bose. The physiology of ascent of sap. London, 1923.

⁹ Д. А. Сабина. Минеральное питание растений. Изд-во АН СССР. М., 1940; его же. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. Изд-во АН СССР. М., 1949.

¹⁰ А. Л. Курсанов и М. В. Туркина. Дыхание сосудисто-волокнистых пучков. ДАН СССР, 1952, т. 84, № 5, стр. 1079—1086; А. Л. Курсанов. Значение изотопов и других новейших методов для решения вопросов сельского хозяйства. «Вестник Академии наук СССР», 1953, № 12.

¹¹ С. Н. Лоу. Protoplasmic continuity in plants. «Acta botanica sinica», 1955, vol. IV, № 3.

¹² S. Strügger. «Protoplasma», Bd. 48, 1957, S. 363.

¹³ A. D. Meese. Plasmodesmata (Vegetable Kingdom. Protoplasmologia. Handbuch der Protoplasmforschung), Bd. II. Wien, 1957.

большинства исследователей, что плазмодесмы играют роль не только в передвижении питательных веществ, но в первую очередь в проведении раздражения.

Весьма оригинальной работой Боса является его книга по фотосинтезу¹⁴. В ней он, верный своей традиции, приводит описание нового прибора для учета и регистрации выделяемого водными растениями кислорода, излагает свои опыты по изучению влияния внешних условий на фотосинтез и приходит к выводам об ином характере кривых при совместном действии нескольких факторов, отличным от выводов Блэкмана. Эти кривые получили название кривых типа Боса. Одним из существенных результатов являются полученные Босом сравнительно высокие величины коэффициента использования солнечной энергии. Они ближе к цифрам Пуриевича, чем Броуна и Эскомба, и составляют около семи процентов.

Заканчивая краткое изложение работ Боса по физиологии растений, невольно удивляешься, как много он сделал для развития науки. Не только Индия, но и весь цивилизованный мир вправе гордиться замечательным человеком исключительной честности, преданности науке и служению своему народу.

Лучше всего свои идеалы ученого и патриота выразил Бос в речи на открытии Института его имени в 1917 г. «Сегодня мы празднуем, а завтра начнем опять работать, чтобы в итоге нашей жизни и нашего труда внести лепту в создание большой Индии, которая, по нашему непоколебимому убеждению, несомненно, придет»¹⁵.

И эти слова Боса полностью оправдались. Народ Индии, отстаивший свою свободу и независимость, уверенно идет к счастливому будущему.

¹⁴ J. C. Bose. The physiology of photosynthesis. London, 1924.

¹⁵ P. G e d d e s. Leben und Werk von Sir Jagadis C. Bose..., S. 248.

А. А. ВОРОБЬЕВ

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ

ВВЕДЕНИЕ

С конца прошлого столетия ускоренные электроны успешно применяются для изучения электронной структуры атома.

Центростремительное ускорение при криволинейном движении электрических зарядов, их колебательные движения сопровождаются излучением электромагнитных волн, что является физической основой современных методов генерирования радиоволн.

Торможение быстрых электронов в куске металла сопровождается излучением ими рентгеновских лучей.

Пучок быстрых электронов оказывает физическое, химическое, биологическое, терапевтическое действие на облучаемые объекты. Исследования быстрыми электронами, протонами, нейтронами дали ценные сведения о структуре ядер атомов. Разнообразное применение ускоренных электронов определило развитие способов их ускорения и ускорительных установок.

Электроны с высокими энергиями, которые наблюдаются в космических лучах или при радиоактивном распаде, имеют ограниченное применение в лабораторной практике вследствие невозможности регулирования их энергии, малой интенсивности их потоков, а следовательно, и малой вероятности реакций. Энергия электронов, вылетающих при радиоактивном распаде, не превышает 12 Мэв.

Для получения электронов с высокими энергиями применяются методы прямого или высоковольтного ускорения. В таком случае высокое напряжение подводится к электродам ускорительной трубки. Проходя расстояние между электродами, находящимися под напряжением, электроны накапливают кинетическую энергию, измеряемую произведением величины напряжения на заряд.

В осуществлении высоковольтного ускорения частиц трудности связаны с получением высокого напряжения и сооружением ускорительной трубки. Успехи техники высоких напряжений позволили строить для работы в воздухе установки постоянного и переменного тока до 3 Мв, импульсного напряжения до 8,5 Мв.

Наибольшие успехи были достигнуты благодаря применению сжатого газа для изоляции и конструктивно удачному соединению ускорительной трубки с источником высокого напряжения в одной компактной ускорительной установке. Над такой идеей ускорителя с применением вакуума или масла для изоляции продуктивно работал в конце 20-х годов М. И. Корсунский в Томске.

Предпринимались неудачные попытки использовать атмосферное электричество для ускорения заряженных частиц.

Успешно развились методы повторного резонансного ускорения частиц без применения высоких напряжений. Идея метода, высказанная шведским ученым Г. Изингом в 1924 г., состоит в том, что частица накапливает энергию путем повторного или многократного прохождения технически достижимого ускоряющего напряжения. В таком случае важно автоматическое регулирование движения частицы, которая должна в нужный момент проходить ускоряющее устройство.

Если частицу нужно ускорить до энергии 10^8 эв при помощи ускоряющего устройства, дающего прирост энергии 10^3 эв, то она должна пройти ускоряющее устройство 10^5 раз. Это возможно только при высокой устойчивости движения, когда малые отклонения от заданного режима движения частицы автоматически исправляются.

В 1928 г. Р. Видероз описал резонансный линейный двукратный ускоритель ионов. Слоан и другие ученые увеличили число ступеней. Недостаточная разработка теории и техники автоматического регулирования, техники высокого напряжения и высокой частоты не позволили в те годы ускорять электроны в линейном ускорителе до энергии выше 2 Мэв. После этого рядом авторов была разработана фокусировка пучков в неоднородных электрических и магнитных полях, являющихся средством автоматического регулирования движения заряженных частиц в ускорении. Последнее открытие в этой области — явление сильной фокусировки и применение квадрупольных магнитных линз — говорит о том, что возможности электростатического и магнитного автоматического управления траекторией ускоряемых электронов еще велики.

После открытия в 1944 г. В. И. Векслером явления автофазировки и предложения им нескольких новых схем ускорителей (синхротрона, микро-трона) разработка ускорителей на высокие энергии пошла особенно быстро. Предложения В. И. Векслера были удачными также и потому, что практически по уровню развития техники они были выполнимы.

В 1922 г. Слепян предложил индукционный способ ускорения электронов в вихревом электрическом поле, возникающем вокруг магнитного потока, меняющегося во времени.

В 1928 г. Р. Видероз опубликовал описание установки и опытов по индукционному ускорению электронов.

В 1935 г. В. В. Ясинский опубликовал свои исследования по индукционному ускорению электронов, а в 1941 г. Д. Керст описал построенный действующий индукционный ускоритель электронов — бетатрон, в котором удачно были использованы многие предыдущие разработки по магнитооптике электронов и др.

В настоящее время известны три группы методов ускорения электронов до высоких энергий: прямое, или высоковольтное ускорение, индукционное и резонансное.

Методы ускорения частиц были предложены разными учеными. В их разработке приняло участие большое число исследователей, в том числе советских. Обычно разработка разных методов ускорения велась независимо друг от друга различными группами ученых. В настоящее время стало ясно сходство принципов действия различных ускорителей и методов ускорения.

Применяя общие принципы теории автоматического регулирования, разработанные А. М. Ляпуновым, Н. Е. Жуковским, Л. И. Мандельштамом, Н. Д. Папалекси и другими, к основной проблеме ускорения — устойчивости движения частицы, можно создать общую теорию электронных ускорителей.

Некоторые вопросы устойчивого движения ускоряемых электронов

Скорость движения электронов может меняться в широких пределах, бесконечно близко приближаясь к световой.

Средства автоматического регулирования должны срабатывать с большой скоростью. Ускорение электронов производится при помощи электростатического поля или электрического вектора электромагнитного поля. Управление траекторией ускоряемых электронов производится при помощи электростатических и магнитных полей.

Ускорительный промежуток между торцами двух полых цилиндрических электродов автоматически придает устойчивость движению электронов.

С целью уменьшения линейных размеров ускорителя траекторию делают замкнутой окружностью или развевывающейся плоской спиралью. Заворачивание траектории ускоряемой частицы производится при помощи магнитного поля.

В неоднородном магнитном поле цилиндрической симметрии, напряженность которого уменьшается с увеличением радиуса, силовые линии поля выгнуты наружу. Радиальная и аксиальная составляющие напряженности такого магнитного поля обеспечивают автоматическую устойчивость движения электрона в средней плоскости.

Увеличение скорости спадания напряженности магнитного поля по радиусу ведет к большому выпучиванию силовых линий поля, следовательно, к увеличению радиальной составляющей напряженности поля и аксиальной составляющей лоренцовой силы. В таком случае возрастает аксиальная устойчивость и уменьшается радиальная. В виду этого было предложено при ускорении электронов периодически применять меры по увеличению аксиальной или радиальной устойчивости. Летом 1952 г. американские физики Э. Курант, М. Ливингстон и Т. Снайдер наиболее полно обосновали принцип повышения устойчивости движения заряженной частицы в знакопеременных полях, получивший название сильной, или жесткой, фокусировки.

Сильная фокусировка представляет собой частный случай проявления динамической устойчивости в поле быстроменяющихся сил для механических, электрических и оптических систем. В геометрической оптике соединение фокусирующей и дефокусирующих линз при определенных условиях образует фокусирующую систему.

Автоматическое регулирование движения электрона — фокусирование при помощи неоднородных магнитных полей — сохраняется, если энергия движущихся частиц или напряженность поля медленно изменяется во времени. В таком случае устойчивое движение происходит по траектории с медленно меняющимся радиусом.

При помощи неоднородных магнитных и электрических полей осуществляется автоматическая поперечная устойчивость движения ускоряемой частицы. В установках прямого ускорения высоким постоянным напряжением и индукционного ускорения всегда существует продольная устойчивость движения.

В резонансных ускорителях ускорение в условиях точного резонанса (когда частица проходит среднее сечение ускорительного промежутка строго в одной фазе с ускоряющим напряжением, например, при его максимальном значении) вряд ли возможно. Малейшие отклонения частицы на дрейфовом пути за время тормозного полупериода высокой частоты приведет к тому, что частица пойдет со сдвигом по фазе относительно максимума напряжения.

В 1944 г. советский ученый В. И. Векслер и в 1945 г. американский физик Э. Макмиллан обосновали важнейшее свойство резонансных ускорителей — автофазировку. При определенных условиях, которые можно осуществить в ускорителях, действует автоматическая устойчивость движения и поддерживается резонанс между частотой обращения частицы и частотой ускоряющего поля. Равновесное резонансное ускорение можно обеспечить при помощи механизма колебания фазы частицы около некоторой равновесной. Для большого числа частиц с непрерывно возрастающей энергией осуществляется устойчивое равновесное движение при фазах, колеблющихся около некоторой фазы, лежащей в области ускоряющей полуволны. Существует конечная область устойчивых фаз. Если фаза выпадает из области устойчивых, частица перестает ускоряться и отстает от других частиц. Фазовая устойчивость при резонансном ускорении одновременно характеризует и продольную устойчивость.

В циклических ускорителях фазовая или продольная устойчивость движения электронов получается тогда, когда они вступают в ускорительный промежуток после прохождения максимального значения напряжения, т. е. на хвосте волны. Так происходит потому, что в постоянном магнитном поле частица с большой энергией двигается по окружности большего радиуса и затрачивает на это большее время. Изменение периметра орбиты оказывает на период обращения более сильное влияние, чем изменение ее скорости. Поэтому устойчивый сдвиг фазы в циклических ускорителях оказывается положительным. При таком сдвиге по фазе имеется и поперечная устойчивость.

Условия, при которых нарушается устойчивость движения электронов, определяют физический предел достижимых энергий при помощи данного устройства.

Циклические ускорители электронов

В 40-х годах XX в. получили развитие циклические ускорители, индукционные и резонансные. При индукционном ускорении используется вихревое электрическое поле, замкнутые силовые линии которого возникают вокруг магнитного потока, меняющегося во времени. Теория индукционного метода и бетатронов, действующих на его основе, развивалась в двух направлениях.

Видероз и В. В. Ясинский рассматривали бетатрон как разновидность трансформатора. Это направление не получило развития. Д. Керст и Сербер, Я. М. Терлецкий, Черри и Райхман, Говард, Бардин и другие успешно разрабатывали одноэлектронную теорию бетатронных ускорителей. В этих работах главное внимание уделялось условиям, обеспечивающим устойчивое движение ускоряемого электрона. Были получены основные соотношения, связывающие радиальные и аксиальные смещения электронов с законом изменения управляющего магнитного поля и дана исходная схема проектирования ускорительных установок.

В СССР разработкой электронных циклических ускорителей занимались Физический институт АН СССР, Томский политехнический институт (ТПИ), Московский трансформаторный завод и др.

На Московском трансформаторном заводе под руководством Б. Б. Гальперина создано несколько конструкций бетатронов и синхротронов, получивших применение в практике.

В ТПИ выполнены теоретические и экспериментальные исследования по циклическим и другим электронным ускорителям. Л. М. Ананьев, М. Н. Волков, А. К. Потужный, В. Н. Титов и М. Ф. Филиппов под руководством А. А. Воробьева разработали и внедрили в практику различные бетатроны.

В 1946 г. вывод пучка из камеры бетатрона был решен в Иллинойском университете Д. Керстом при помощи немагнитного канала, в 1947 г. — Гундтом в Эрлангене при помощи дефлектора. В СССР эти работы выполнили несколькими способами Б. А. Кононов, Л. С. Соколов и А. А. Воробьев в 1955 г. в ТПИ.

В последние годы интерес к бетатрону у исследователей явно снизился. Трудные вопросы теории захвата электронов в ускорение, увеличения равновесного заряда на орбите, обход инжектора и другие при весьма малом к. п. д. всей установки остаются пока нерешенными.

Между тем опыт показал, что индукционные ускорители электронов до энергий порядка 100 Мэв дешевы, удобны и находят разнообразное применение.

Ввиду малости энергии покоя электронов их равновесный период обращения в постоянном магнитном поле изменяется обратно пропорционально кинетической энергии, уже начиная с нескольких Мэв. Поэтому при ускорении электронов в постоянном магнитном поле и сохранении резонанса в области высоких энергий потребуются значительно увеличить частоту ускоряющего напряжения. Ускорение электронов выгоднее производить при постоянных частоте и радиусе орбиты и синхронно изменяющейся с энергией электрона напряженности управляющего поля. Такие установки называются синхротронами. В установках с постоянным радиусом траектории применяется кольцевой электромагнит, создающий управляющее поле в области орбиты.

Развивая теорию В. И. Векслера, американские ученые Дэннисон и Берлин показали, что амплитуда синхротронных колебаний убывает с увеличением энергии частицы. Бом и Фолди установили тождество уравнений движения электрона в синхротроне и физического маятника, находящегося под действием постоянного момента. В положении устойчивого равновесия ось маятника отклонена от вертикали на угол, соответствующий равновесной фазе частицы в синхротроне. Колебания равновесной фазы при различных начальных условиях можно проследить на этой маятниковой модели синхротронного ускорения. Если ось маятника отклонить за пределы области устойчивых фаз колебаний, то начнется его ускоренное круговое движение, чему в синхротроне соответствует непрерывный рост фазы и выпадение частицы из ускорения. М. С. Рабинович нашел при синхротронном ускорении частиц опасные резонансные явления, выводящие частицу из ускорения.

Д. Д. Иваненко и И. Я. Померанчук впервые в 1944 г. обратили внимание на излучение электронов в циклическом ускорителе и на примере бетатрона показали, что излучение определяет достижимый верхний предел энергии частиц в циклическом ускорителе. Эти исследования оказали большое влияние на последующее развитие техники ускорения, поставив выбор вариантов проекта циклической установки на научную основу.

Угловое распределение и спектр излучения электрона, движущегося по окружности, были исследованы Шоттом, Д. Д. Иваненко, И. Я. Померанчуком, Л. А. Арцимовичем, А. А. Соколовым и др.

А. А. Соколов, И. М. Тернов и А. Н. Матвеев, разрабатывая теорию синхротронного излучения электрона, показали, что релятивистский электрон излучает в плоскости вращения линейно поляризованные электромагнитные волны. Максимум интенсивности приходится на гармонику, номер которой определяется кубом отношения энергии движущегося электрона к энергии покоящегося. Круговая, правая и левая поляризация, интенсивности излучения которых одинаковы и зависят от угла, в среднем при интегрировании по углам равны нулю.

Синхротронное свечение и излучение, открытое А. П. Черенковым, явились блестящими доказательствами правильности теории электрона.

Для ускорителей частиц на высокие энергии приобрел большое значение вопрос об учете в теории излучения электрона квантовых эффектов (нарушение устойчивости движения электрона при испускании им кванта излучения).

Швингер показал, что квантовыми эффектами можно пренебречь, пока энергия кванта меньше энергии электрона, т. е. до энергий в несколько десятков *Бэв*, что пока не представляет практического интереса. А. А. Соколов пришел к заключению, что квантовые эффекты в теории синхротрона нужно учитывать, начиная с энергии электронов, равной нескольким сотням *Мэв*, когда испускаются кванты видимого света.

Квантовые эффекты, по А. А. Соколову, влияют на интенсивность и угловое распределение излучения, аксиальные и радиальные колебания. Квантовые макроскопические радиальные колебания превышают классическое радиационное затухание этих колебаний при больших энергиях электрона. Квантовое уширение орбит, начинающееся в области 1 *Бэв*, теоретически ограничивает верхний предел энергий электронов, достижимый при помощи синхротрона.

В теории синхротрона на большие энергии А. А. Коломенский установил наличие радиационного трения вследствие реакции излучения электронов. Это трение имеет большее влияние на движение электрона, чем классическое радиационное торможение, открытое Д. Д. Иваненко и И. Я. Померанчуком.

Предшествующие разработки циклических ускорителей — циклотронов и бетатронов — создали технические предпосылки для быстрого развития конструкций синхротронов. В 1945 г. Говард и Барнес в Англии на основе электромагнита бетатрона на 4 *Мэв* впервые запустили электронный синхротрон на 8 *Мэв*.

Ускорительным устройством в синхротронах до нескольких сотен *Мэв* служат встроены в ускорительную камеру коаксиальные четвертьволновые объемные резонаторы. Применялись и коаксиальные резонаторы, охватывающие сегмент камеры снаружи.

А. А. Воробьев предложил, а Б. А. Солнцев построил синхротрон, в котором ускоряющая система образована двумя параллельными металлическими кольцами, одетыми на камеру снаружи. Между кольцами расположен ускорительный промежуток, образованный на внутреннем проводящем покрытии камеры. Кольца и промежуток образуют емкостную нагрузку и присоединены к двухпроводной линии. Малые размеры колец обеспечивают компактность устройства, высокую добротность и резонансное сопротивление. Такое устройство применимо для синхротронов на невысокие энергии.

Синхротроны на 300 *Мэв* и выше строятся с кольцевым электромагнитом. Ускорительные элементы, имеющие большие размеры, размещаются на прямолинейных участках траектории электронов вне магнитного поля. Такая система была предложена Крейном в Мичиганском университете (США) в 1946 г. Расчеты привели к выводу об устойчивости движения электронов по траектории, имеющей прямолинейные и круговые участки.

С 1950 г. начались разработки синхротронов на 1000 *Бэв*, особенностью которых являются значительные потери энергии электронов на излучение (до 100 *Кэв* за оборот). Вследствие большого радиуса орбиты, до 4 м, требуется высокая энергия инжекции электронов, свыше 1 *Мэв*, поэтому приходится применять внешний инжектор.

В последнее время Г. И. Будкер предложил новую систему безжелезного циклического ускорителя, у которого управляющее поле создается зарядами, движущимися в плазме. Для этой цели используется замкнутый стабилизированный электронный пучок.

Применение сильной фокусировки обеспечивает устойчивость радиальных и аксиальных бетатронных колебаний в циклических ускорителях и позволяет конструировать разнообразные типы ускорителей с постоянным во времени управляющим магнитным полем. В таких установках существуют устойчивые равновесные орбиты для частицы с разнообразными значениями энергии, начиная от энергии инжекции до конечной максимальной. Орбиты всех электронов могут быть заключены в узкой кольцевой дорожке как в синхротроне, так и бетатроне. Магнитное поле при этом должно изменяться по радиусу достаточно быстро, чтобы обеспечить существование орбит для частиц с различной энергией. Если градиент управляющего магнитного поля не зависит от азимута, то радиальные или аксиальные бетатронные колебания будут явно неустойчивыми. Применяя сильную фокусировку, когда градиент магнитного поля зависит от радиуса, можно обеспечить устойчивость обоих видов бетатронных колебаний даже при быстром изменении поля с радиусом.

По виду применяемого управляющего магнитного поля различают четыре группы циклических ускорителей электронов:

- 1) с постоянным магнитным полем, с постоянным градиентом — например, микротрон;
- 2) с меняющимся во времени управляющим магнитным полем при постоянном градиенте по радиусу — синхротрон, бетатрон;
- 3) с сильной фокусировкой при импульсном магнитном поле — синхротрон и бетатрон с сильной фокусировкой;
- 4) с сильной фокусировкой при постоянном во времени управляющем поле — бетатрон, электронный фазотрон.

Преимуществом установки с постоянным управляющим полем с сильной фокусировкой является большая интенсивность пучка. В синхротроне частота повторения импульсов ограничена сравнительно большим временем завершения цикла магнитного поля. При постоянном управляющем поле его величина не зависит от времени и частота повторения импульсов определяется только частотой повторения циклов модуляции высокой частоты и может быть сделана большой. Это приведет к увеличению среднего тока ускоряемых электронов. К этому же приведет и увеличение времени захвата частиц в ускорение, возможное в условиях постоянного поля. Сооружение и эксплуатация установки с постоянным полем проще, чем установок с переменными управляющими полями. Отсутствие вихревых токов, явлений, связанных с остаточными намагничиванием и насыщением стали магнитопроводов и их изменением во времени, значительно упрощает установку. Нет необходимости в точном согласовании магнитного и ускоряющего электрического поля высокой частоты. Упрощается система инжекции, так как возможна инжекция при меньшей энергии частиц и напряженности магнитного поля.

К числу недостатков установки относится трудность получения статических магнитных полей заданной сложной конфигурации, необходимость высокой точности в изготовлении полюсов.

Бетатрон с сильной фокусировкой является выгодным для ускорения электронов до энергии порядка нескольких десятков и сотен *Мэв*.

В настоящее время проектируется электронный синхротрон с сильной фокусировкой на энергию 6—7 *Бэв* в ФРГ (Гамбург). В США (Кембридж) началось строительство электронного синхротрона с энергией 6 *Бэв*, который должен начать работать в январе 1960 г. Строится синхротрон в Японии. Электроны с энергией порядка нескольких *Бэв* смогут разрушать протоны и нейтроны.

В 1944 г. В. И. Векслер предложил схему циклического резонансного ускорителя электронов с постоянным управляющим магнитным полем и

постоянной частотой ускоряющего электрического поля. Возрастание периода обращения частиц с увеличением их энергии равно или кратно периоду высокочастотного ускоряющего электрического поля. Ускорительным элементом в установке является микроволновой резонатор, поэтому ускорители такого типа называли микротронами. В микротроне, как и в других резонансных ускорителях, действует автофазировка. Микротрон в квазистационарном режиме может давать значительный средний ток ускоренных электронов. В связи с успехами микроволновой техники в настоящее время возрос интерес к сооружению микротронов.

Однако современная теория и практика электронных ускорителей не удовлетворяют запросов ядерной физики и других областей, где могут быть использованы пучки электронов с большим пробегом. Необходимы новые физические идеи и новые пути в сооружении ускорителей. Ускорители электронов на большие энергии можно строить, увеличивая радиус, а следовательно, и размеры ускорителя. Высказаны предложения о сооружении ускорителя с камерой, уложенной вокруг земного шара, и использования магнитного поля Земли для целей управления их траекторией.

Для ускорения электронов в поле распространяющейся электромагнитной волны А. А. Воробьев предложил использовать волновод «земля-ионосфера». Возможно и другое направление исследований — разработка неизлучающих циклических ускорителей. Если удастся предупредить излучение электронов, то это будет означать, что устранены ограничения для их циклического ускорения.

Современное состояние теории циклических ускорителей позволяет рассмотреть вопрос о создании неизлучающего ускорителя, в котором излучение электронов гасится за счет взаимодействия когерентных излучателей внутри самого пучка.

Теоретически борьба с радиационным торможением в циклических ускорителях не безнадежна. Возможны меры по значительному ослаблению излучения или его полному погашению.

Принятое положение о неизбежности излучения при циклическом ускорении основано на одноэлектронной теории и присуще ей. Оно может быть пересмотрено при создании специальных условий для ускорения на орбите системы электронов.

При резонансном ускорении электроны по орбите движутся пачками. Здесь можно было бы поискать такое распределение пачек по окружности, когда соблюдается условие интерференции когерентных источников колебаний и отсутствие излучения.

В природе известен случай устойчивого кругового движения электронов при наличии центростремительного ускорения в атоме без излучения.

В конце 40-х годов XX в. А. А. Воробьев обратил внимание на возможные аналогии между циклическими ускорителями и атомом. Кажется возможным построить модель электронного ускорителя по образцу атома и в таком макроатоме исследовать квантовые условия устойчивого безизлучательного движения электронов.

Линейные ускорители

В 1934 г. американские ученые Бимс и Троттер описали линейный ускоритель электронов до 1,3 Мэв, а в 1935 г. — до 2,5 Мэв. Послевоенные успехи микроволновой техники позволили разработать и построить в Стэнфордском университете (США) ускоритель электронов до 1,2 Бэв, а в Парижском университете — до 2 Бэв.

В волноводных линейных ускорителях для ускорения электронов используется электрическое поле электромагнитной волны в радиоволноводе.

Одними из первых в этом направлении начали работать Г. И. Бабат и И. П. Полевой в 1932 г. Уровень техники того времени не позволил им добиться успеха.

В резонансных ускорителях частицы наращивают свою энергию, проходя ускоряющее устройство, а затем дрейфуют большую часть своего пути. В волноводном линейном ускорителе электрон, перемещаясь с гребнем продольной электрической волны, ускоряется непрерывно. Исключение дрейфового пути сокращает длину ускорителя. Увеличение напряженности ускоряющего электрического поля волны сопровождается уменьшением длины установки.

Изготовление волноводных ускорителей стало возможным только тогда, когда были найдены технические способы регулирования скорости распространения электромагнитных волн в волноводе. Для уменьшения фазовой скорости электромагнитных волн в волноводах используются законы распространения их в неоднородных средах. Согласно Рэлею, в случае когда число неоднородностей в среде, в которой распространяется волна, велико, а их размеры и расстояния между ними малы по сравнению с длиной волны, такая среда приобретает свойства искусственного диэлектрика. Этому диэлектрику присущи некоторая эффективная диэлектрическая и магнитная проницаемость, анизотропия, дисперсионные свойства, диэлектрические потери и т. д.

Практически для снижения фазовой скорости электромагнитной волны в волноводах устанавливают на определенных расстояниях диафрагмы из диэлектрика или металла, снабженные отверстиями для прохождения электронов и волн. В образованной периодической системе распространяется ряд волн, одна из которых имеет скорость электронов и высокую амплитуду электрического вектора. Остальные волны с меньшими скоростями имеют небольшую амплитуду, и их действием можно пренебречь. В волноводе можно установить режим стоячих или бегущих волн.

Слаттер, Хансен, Альварец и другие показали, что волноводы со стоячей волной имеют преимущества при ускорении частиц до малых энергий, а волноводы с бегущей волной — до высоких энергий.

К числу преимуществ линейных ускорителей перед циклическими относят: 1) отсутствие «синхротронного» излучения; 2) большой средний ток ускоренных электронов; 3) простота вывода пучка электронов из ускорителя; 4) отсутствие электромагнита.

К недостаткам линейного ускорителя относятся: 1) сложность и высокая стоимость радиотехнических средств; 2) трудности настройки сложной системы высокочастотного оборудования; 3) трудность выдержать (вследствие большой длины ускорителя) необходимые малые допуски по сохранению линейности оси установки.

Ученые Стэнфордского университета Паповский, Нилан, разрабатывавшие линейный ускоритель электронов, считают, что до 10 Бэв линейный ускоритель имеет преимущества перед циклическим. Ливингстон, работающий в области циклических резонансных ускорителей, считает, что электронный синхротрон с кольцевым электромагнитом до энергии 10 Бэв имеет преимущества перед линейным.

Электронный циклический ускоритель с замкнутым волноводом

Существенным конструктивным недостатком резонансных ускорителей является наличие дрейфового пути, на длине которого электроны не ускоряются. Этот путь составляет большую часть длины траектории электронов.

В индукционных и волноводных линейных ускорителях ускорение производится вдоль всего пути. Вследствие малой средней напряженности поля

в индукционных ускорителях получается малый прирост энергии электронов за один оборот. В линейных ускорителях ускорительный тракт используется для ускорения данной пачки электронов только один раз. А. А. Воробьевым было предложено применить изогнутый замкнутый волновод для циклического ускорения электронов на бегущей волне. Для целей управления траекторией в конце 40-х годов он же предложил применить магнитное поле коаксиального волновода. Основными преимуществами циклического ускорителя электронов с изогнутым замкнутым волноводом является большой прирост энергии электронов за один оборот и малое время ускорения, что уменьшает потери энергии на излучение и дает возможность ускорять электрон до больших энергий, чем в обычных синхротронах.

Уменьшение времени ускорения сопровождается уменьшением амплитуды колебаний, связанных с квантовым характером излучения частиц, и позволит строить установки на более высокие энергии электронов при той же ширине ускорительной дорожки. Ускоритель с замкнутым волноводом можно сооружать и с сильной фокусировкой, регулируя знак фокусировки формой токонесущих проводов, формирующих магнитное поле. Для целей ускорения могут быть использованы волноводы полые, коаксиальные и нагруженные.

Теоретические и экспериментальные исследования показали возможность распространения бегущей волны в замкнутом волноводе и создания ускорителя электронов на большие энергии.

В изогнутом замкнутом волноводе общая длина пути по средней равновесной окружности мала, поэтому затухание волны будет сравнительно невелико. Это позволит обойтись только двумя идентичными питающими генераторами высокой частоты с одинаковой начальной фазой, поставив возбуждители в волноводе на расстоянии, кратном четверти длины волны.

Отпадает проблема фазирования большого числа генераторов высокой частоты — одна из трудных для линейных волноводных ускорителей большой длины.

Предложения об использовании изогнутого незамкнутого волновода для ускорения были сделаны позже и другими учеными.

Н. Д. Синельниковым, Я. Б. Фейнбергом и П. М. Зейдлиным указано на возможность такой модификации линейного ускорителя, в которой фокусировка осуществляется за счет магнитного поля, а сам ускоритель свернут в незамкнутое кольцо. Это предложение дает возможность сократить длину здания ускорителя и несколько облегчить управление его схемами.

Г. И. Будкер и А. А. Наумов построили синхротрон на энергию 150—200 Мэв с радиусом 17 см, в котором для управления траекторией использовано магнитное поле устройства типа коаксиального волновода.

Напряженность управляющего магнитного поля достигала порядка 10^5 э.

Развитие электронных ускорителей последние 30 лет происходило быстро. Установление предельных возможностей какого-либо из предложенных методов ускорения толкало науку и технику на преодоление этой остановки и играло прогрессивную роль. Предлагались пути снятия предела или принципиально другие способы ускорения. Успехи ускорительной техники обусловлены развитием техники высоких напряжений, радиотехники, автоматики, вакуумной техники и др. В свою очередь ускорительная техника способствовала развитию многих отраслей науки и техники. Сложные ускорительные установки являются продуктом творческого труда специалистов разных областей и высокого уровня материальной и духовной современной культуры.

Ускорители электронов развивались в нескольких направлениях. Высоковольтные ускорители, которые достигли пока наивысшего предела в области 6—8 Мэв, индукционные ускорители-бетатроны до 340 Мэв, синхротроны

на 1000—1200 Мэв, линейные ускорители на 1000—2000 Мэв (возможны установки до 10 000 Мэв).

Предложены циклические ускорители с замкнутым волноводом и сильной фокусировкой, возможные пределы ускорения в котором могут быть значительно выше, чем в синхротронах. В настоящее время имеются еще перспективы построить линейные ускорители и циклические для получения частиц с энергией в шесть-восемь раз превышающей достигнутую, и этим, вероятно, используются ресурсы предложенных методов ускорения. Необходимо разработка новых методов ускорения и новых конструкций. Одним из возможных новых ускорителей является циклический ускоритель с замкнутым волноводом и сильной фокусировкой. В этом ускорителе конструктивно совмещаются достижения ускорительной техники, непрерывное ускорение, свойственное волноводным ускорителям, чем достигается малое время и большой прирост энергии за один оборот. Другим возможным направлением развития является циклическое ускорение электронов без излучения.

В дальнейшем ускорительная техника должна развиваться еще быстрее. Чтобы открывать перед физикой необходимые для нее экспериментальные возможности, нужно опережать ее запросы. В настоящее время ускорительная техника дает при помощи самого большого в мире синхрофазотрона, построенного в СССР, протоны с энергией 10^{10} эв. В космических лучах обнаружены протоны 10^{14} эв и предполагается наличие частиц с энергией 10^{16} эв. Таким образом, наши лабораторные возможности еще на 4-6 порядков отстают от тех, какие желательно было бы иметь для изучения явлений природы.

Необходимо иметь возможно большую интенсивность пучка ускоренных частиц. Опыт строительства циклических ускорителей протонов показывает, что с возрастанием энергии быстро уменьшается ток ускоренных протонов. Циклические ускорители весьма высоких энергий будут давать интенсивность, сравнимую с интенсивностью космических лучей. Таким образом, строительство установок данного типа, если бы оно было возможно по другим данным, будет нецелесообразно из-за малой интенсивности на выходе.

Увеличение интенсивности пучков ускоренных частиц является одной из важнейших задач при разработке ускорителей частиц на высокие энергии.

Одноэлектронная теория ускорителей решила много практически важных задач. Для последующего прогресса методов ускорения нужно разрабатывать многоэлектронную теорию, рассматривающую движение многих электронов, учитывая достижения теории автоматического регулирования.

Важнейшей задачей является повышение к. п. д. ускорителей и интенсивности пучка электронов в ускорителях до 10^{12} электронов и выше, когда станет возможным проведение реакций на встречных пучках.

Получение мощного пучка ускоренных электронов может иметь многие полезные практические последствия, в том числе для получения высоких температур, обработки материалов и др.

Результат ускорения заряженных частиц зависит от произведения заряда на напряжение, действие которого он испытывает. При ускорении ионов электрическое поле взаимодействует только с их электрическим зарядом. Большая часть вещества иона не участвует во взаимодействии с полем. В этом случае сцепление ускоряемой частицы оказывается слабым. Если найти способ сцепления ускоряющего поля с массой, то можно будет тянуть ее не только за ту слабую ниточку, которую дает взаимодействие электрического заряда иона с электромагнитным или статическим полем, а использовать сильное взаимодействие со всем веществом; это даст возможность ускорения незаряженных частиц.

Таким образом, после 50 с лишним лет бурного развития техники ускорения электронов остались те же задачи: получение пучков электронов

с возможно большей энергией и интенсивностью и дальнейшее расширение практического применения ускоренных электронов.

Острые научные дискуссии проблемы верхней границы энергий циклических ускорителей электронов содействовали тому, что сейчас имеется весьма детальная теория синхротрона.

В ТПИ разработаны и построены многие оригинальные ускорители электронов: одноканальный с полым резонатором, бетатроны, стереобетатроны, синхротроны, предложены новые методы ускорения, ускоритель встречных пучков электронов и др.

Сооружение ускорителей, особенно крупных, превратилось в отрасль квалифицированного электромашиностроения и радиотехнической промышленности.

В создании этой промышленности в СССР большая роль принадлежит проф. Д. В. Ефремову, проф. А. Л. Минцу и Е. Г. Комару, которые руководили сооружением крупнейших в мире ускорителей.

В циклических ускорителях электроны и протоны пролетают за время ускорения космические расстояния с космическими скоростями. Это были первые сооружения человека, в которых достигнуты космические масштабы.

Новые технические и научные идеи и новая техника дадут возможность в ближайшее время достичь новых результатов в развитии электронных ускорителей и сделать большой шаг вперед.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Число бетатронов

(по данным М. V. G., 1958 г.)

Страны	1954 г.
США	21
Англия	3
Другие страны (без СССР).	23

Построенные синхротроны на невысокие энергии

Место расположения	Энергия, Мэв
ФИАН СССР, Москва	30
Физико-технический институт АН СССР, Ленинград	100
Госпиталь Калифорнийского университета, Сан-Франциско, США	70
Фирма «Дженерал электрик», Скенектеди, США	80
Колледж штата Айова, Эймс, США	70
Госпиталь Аддебрука, Кембридж, Англия	30
Исследовательская лаборатория атомной энергии, Харуэл, Англия	2×25
Университет в Глазго, Шотландия	25
Королевский раковый госпиталь, Лондон, Англия	30
Королевский университет, Кингстон, Канада	70
Королевский технологический институт, Стокгольм, Швеция	35
Университет в Мельбурне, Австралия	20
Томский политехнический институт	20
Оксфордский университет (Оксфорд)	140
Национальное бюро стандартов (Вашингтон)	180

Синхротроны на средние энергии

Место расположения	Энергия, Мэв
ФИАН СССР	265
Калифорнийский университет, Беркли, США	322
Корнельский университет, Итака, США	300
Массачусетский технологический институт, Кембридж, США	330
Мичиганский университет, Эпп, Арбор, США	300
«Дженерал электрик», Скенектеди, США	300
Университет Пардю, Лафайетт, США	300
Университет в Глазго, Шотландия (строится)	300

Таблица 1

Основные характеристики синхротронов на высокие энергии

Место расположения	Энергия, Мэв	Радиус орбиты	Фокусировка	Иницииатор	Предварительное ускорение	Режим работы	Примечания
Калифорнийский технологический институт, Пасадена, США	1000	3,5	Слабая	Импульсный трансформатор	—	Импульсный	Переделан из модели бетатрона, работает
Корнельский университет, Итака, США	1200	3,81	Сильная	Ван-де-Грааф	Синхрофазотронное	Непрерывный	Работает до 1000 Мэв. Построен под руководством проф. Вильсона
Римский (Фраскати)	1000	3,6	Слабая	Каскадный генератор	»	»	Сооружен под руководством проф. Сальвини. Пущен в ход 9 февраля 1959 г.
Королевский технологический институт, Швеция	1200	3,65	Сильная	Микротрон	Нет	»	Заканчивается сооружение

Таблица 2

Главнейшие характеристики циклических ускорителей

Характеристика	Ускоритель		
	Бетатрон	Синхротрон	Микротрон
Максимальная энергия, достигнутая на январь 1958, Мэв	350	1 200	6,0
Максимальная возможная энергия, Мэв	500	10 000	50,0
Причина, ограничивающая рост энергии	Потери на излучение		
Фокусирование	Неоднородное магнитное поле для слабофокусирующих		
Орбита	I и переменного знака для сильнофокусирующих		
			Неустойчивость пучка Слабо спадающее по радиусу магнитное поле Развертывающаяся спираль

Таблица 3

Число установленных ускорителей (приблизительно)
(на конец 1954 г., по данным M. V. G. 28, 129, 1958)

Тип установки	США	Великобритания и доминионы	Другие страны (без СССР)	Всего
Каскадные генераторы	14	10	22	46
ЭСГ с лентой	63	17	31	111
Бетатроны	21	3	23	47
Синхротроны	11	5	9	25
Микротроны	4	3	—	7
Электрические линейные ускорители	13	11	4	28

Таблица 4

Главнейшие характеристики линейных электронных ускорителей

Характеристика	Электростатические генераторы	Линейные электронные ускорители с отдельным резонатором	Линейные электронные ускорители с бегущей волной	
			сильного тока	высоких энергий
Максимальная энергия, достигнутая на январь 1958 г., Мэв	8,5	1,5	—	1 200
Возможная максимальная энергия, Бэв	10	—	Холодная эмиссия, пробой вакуума	10 000
Причины ограничения	Пробой изоляции и вакуума	Холодная эмиссия, пробой вакуума	То же	Технико-экономические
Фокусирование	Электростатические линзы	Электростатические линзы	Аксипальное магнитное поле	—
Орбита	П р я м а я			

Таблица 5

Основные характеристики действующих и сооружаемых микротронов

Характеристики	Тип микротрона		Американские лаборатории		Томский политехнический институт
	Английские	Немецкие (ФРГ)	Итальянские (Неаполь)	Канадские (Оттава)	
Максимальная энергия электронов	5	3,6—4	2,5	4—5,2	5,1
Длина волны резонатора	4,5	10	10	10,7	10
Частота напряжения	3030	3000	2930	2810	3000
Напряженность магнитного поля	1070	1070	520	900/1200	1070
Ускоряющее напряжение	511	511	250	511	511
Зазор между полюсами	12,7	7—8	7,95	8—10	12,5
Число орбит	12	3,19	7,12	6	10
Диаметр первой орбиты	2,14	3,19	3,19	3,41	5,52
Шаг спирали электронов	0,96	—	32	—	3,19
Диаметр последней орбиты	13,4	—	60	—	34,86
Диаметр полюсов электромагнита	—	—	—	—	55
Средний ток на первой орбите	—	—	—	100	—
Средний ток на выходе	—	—	—	0,5—1,0	—
Амплитуда тока в импульсе	—	—	—	0,55—1,1	—
Диаметр отверстия резонатора	—	—	—	6,2	—
Добротность резонатора	—	—	—	8000	—
Шунтовое сопротивление резонатора	—	—	—	—	—
Пиковая мощность резонатора	—	—	—	2	—
Длительность импульса	—	—	—	250	—
Частота повторения импульсов	—	—	—	2	—
Вакуум в ускорительной камере	—	—	—	435	—
Наличие вывода электронов	—	—	—	10 ⁻⁵	—

Л. С. ПОЛАК, Ю. И. СОЛОВЬЕВ

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

(О работах Гельмгольца в области физической химии)

В развитии физики и химии вторая половина XIX в. замечательна созданием и разработкой термодинамики и электродинамики, открытием периодического закона Менделеева. Физика далеко вышла за пределы механических явлений и непосредственно к ним сводимых процессов; возникли и оформились принципиально новые физические понятия — энтропии, поля. Химия в периодическом законе Менделеева нашла неисчерпаемый стимул для своего прогресса. Бурное развитие этих сопредельных наук обнаружило, что в их основе лежат одинаковые общие концепции атомистического, молекулярного строения вещества и универсального взаимодействия, осуществляемого как непосредственным контактом, так и через посредство некоторой среды, окружающей взаимодействующие тела.

Однако не только общность фундаментальных идей физики и химии раскрылась во второй половине XIX в. В это же время в результате появления новых физико-химических проблем, обусловленных закономерным развитием промышленности и науки, возникла новая, пограничная между физикой и химией наука — физическая химия. Для этого периода развития естествознания вообще характерно появление наук на стыке ранее разделенных научных областей. Длительный период дифференциации наук с необходимостью вел не только к их синтезу в единой картине мира, но и к объединению их методов и проблематики. Одной из первых среди таких смежных наук возникла физическая химия, в которой физические методы применялись для изучения химических процессов и превращений веществ, а химические представления были привлечены для выяснения некоторых физических явлений. Общие физические законы были привлечены на службу химии, и это дало возможность найти ранее неизвестные закономерности химических процессов.

В обосновании и развитии современной физической химии основополагающую роль сыграли работы великого немецкого ученого Г. Гельмгольца (1821—1894)¹. Именно им созданы предпосылки для замечательных трудов Я. Вант-Гоффа, С. Аррениуса, М. Планка, В. Нернста и др.² Идея Гельмгольца и американского ученого Д. Гиббса заложили фундамент химической термодинамики и теоретических основ термохимии.

¹ Leo Koenigsberger. Hermann von Helmholtz, Bd. I—III. Braunschweig, 1902—1903.

² Отметим, что многое в борьбе Л. Больцмана за атомистику против энергетизма, за право пользоваться в физике и химии понятиями и величинами, относящимися к не наблюдаемым непосредственно объектам, было также подготовлено Гельмгольцем.

Обоснование и развитие физической химии было возможно только при условии отчетливой кристаллизации и математического выражения трех фундаментальных физических идей. Это прежде всего идея всеобщего превращения различных форм энергии, нашедшая ясную формулировку в законе сохранения энергии, одним из открывателей которого был Гельмгольц. Затем — идея о возможности исследования химических процессов при помощи первого и второго начал термодинамики, что позволило определить не только баланс химических реакций, но и направление превращений и равновесные состояния. Основополагающие работы в этой области принадлежат также Гельмгольцу. Наконец — идея атомистического строения электричества, которая, наряду с представлением об атомистической структуре вещества, необходима для развития и разработки проблем физической химии. Гипотезу электрического атомизма также впервые в достаточно отчетливой форме высказал Гельмгольц. Таким образом, эти основные идеи сформулированы Гельмгольцем, причем первые две нашли в его трудах блестящую математическую разработку применительно к конкретным задачам физической химии.

Для многогранного научного творчества Гельмгольца характерно сочетание глубоких физических идей, тонкого математического анализа и исключительного экспериментаторского мастерства. Это сочетание определило основополагающий характер его работ в самых разнообразных областях: физической оптике, гидродинамике, акустике, теории теплоты, теории электричества и физической химии.

На праздновании своего семидесятилетия Гельмгольц говорил: «Мысли, нами пущенные в ход... продолжают действовать среди современников, продолжают как бы жить самостоятельной жизнью, разрабатываются далее нашими учениками, получают более богатое содержание и более прочную форму и нам самим в свою очередь приносят новое поучение»³.

* * *

В 1847 г. в знаменитой работе «Ueber die Erhaltung der Kraft» (О сохранении силы)⁴ Гельмгольц показал универсальность закона сохранения энергии — краеугольного камня современного естествознания. Этот закон открыл широкую дорогу для развития классической термодинамики, которая в 70—80-х и последующих годах XIX в. нашла плодотворное приложение в химии. Применяя закон сохранения энергии к различным превращениям энергии из одной формы в другую, Гельмгольц, естественно, рассмотрел связь химической и электрической «сил» (наименование «энергия» было введено позднее). Дело в том, что основным источником электрического тока были гальванические элементы («вольтовые столбы»), но ни происхождение «гальванического электричества», ни законы, которым оно подчиняется, не были известны. Относительно природы электродвижущей силы гальванического элемента существовали две гипотезы, представители которых вели ожесточенную дискуссию. Одна из этих гипотез, названная контактной и высказанная впервые Вольта, как известно, предполагала, что источником электродвижущей силы является соприкосновение двух различных металлов. Другая, химическая, видела причину возникновения гальванического тока в химических процессах, совершающихся в гальванических элементах.

Контактная гипотеза, как показал сначала Фарадей, а вслед за ним Гельмгольц, не могла объяснить, из какого источника черпается энергия,

³ Юбилейная речь Гельмгольца 9 ноября 1891 г. «Ученые записки Моск. ун-та», Отд. физ.-мат., вып. IX. М., 1892, стр. XVI.

⁴ См. русский перевод: Г. Гельмгольц. О сохранении силы. М.—Л., 1934.

выделяющаяся (в первую очередь в виде теплоты) при протекании тока в замкнутой электрической цепи. Анализируя основные допущения контактной гипотезы на основе закона сохранения энергии, Гельмгольц пришел к выводу, что «понятие такой (контактной. — *Авт.*) силы, принимаемое до сих пор, противоречит таким образом, непосредственно установленному здесь нами принципу (закону сохранения энергии. — *Авт.*), если вместе с тем не принимать необходимости химических процессов в явлениях»⁵. Таким образом источник электродвижущей силы Гельмгольц видел в химических превращениях в гальваническом элементе, при которых освобождается энергия, необходимая для получения и поддержания электрического тока.

Если это предположение правильно, то должно существовать определенное численное соотношение между этими двумя видами энергии. Первоначально в 1847 г. Гельмгольц вывел из закона сохранения энергии, что вся теплота, выделяемая электрическим током, равна произведению напряжения гальванической цепи на прошедшее через нее количество электричества, так как он считал, что химическая энергия, подобно электрической, способна полностью переходить в механическую работу. Гельмгольц произвел теоретический подсчет электродвижущей силы гальванического элемента, результаты которого для ряда случаев оказались в хорошем согласии с экспериментальными данными. Однако в ряде случаев это предположение не подтвердилось и прежде всего тогда, когда в гальваническом элементе имеет место поляризация.

Экспериментальные исследования показали, что предположение о полном переходе химической энергии в электрическую вообще неверно: оно справедливо лишь приблизительно. Небольшие отклонения от теории, которые нельзя было, однако, приписать неточности опыта, привели Гельмгольца к чрезвычайно важным принципиальным положениям, а именно — к созданию термодинамической теории химических процессов на основе учения о свободной энергии.

Ю. Томсеном и М. Бертелло был сформулирован так называемый закон наибольшей работы, согласно которому сама собой (т. е. без введения дополнительной энергии извне) происходит та реакция, при которой развивается наибольшее количество теплоты.

Это правило, верное для многих случаев, не было, однако, достаточно строго обосновано. Многие химики, особенно те из них, которые изучали эндотермические реакции, выступили с его критикой (из русских ученых отметим А. Л. Потылицына). Проблема была решена лишь в 1882 г., когда появилась знаменитая работа Гельмгольца «Термодинамика химических процессов», в которой он термодинамически строго показал, что химическая энергия системы превращается в работу либо только отчасти, либо полностью и, наконец, может дать даже более чем свой эквивалент работы, заставляя часть теплоты окружающей среды также переходить в работу. Полную энергию системы Гельмгольц разделил на две части: одна часть, «свободная» энергия, может сполна превращаться в работу; другая, «связанная», может проявиться только в виде теплоты. Гельмгольц писал: «...мне кажется несомненным, что в химических процессах необходимо проводить различие между той частью сил химического сродства, которая способна к превращению в другие формы работы, и той частью, которая порождает только теплоту. Обе эти части энергии я позволю себе без чести... как свободную и связанную энергии»⁶.

⁵ Г. Гельмгольц. О сохранении силы. М.—Л., 1934, стр. 86.

⁶ H. Helmholtz. «Wissen. Abh.», 1883, Bd. 2, S. 958; «Ostwald's Klassiker», 1902, № 124, S. 18.

Какие же соображения привели Гельмгольца к понятию свободной энергии? Если исходить из уравнения для обратимого или квазистатического процесса

$$A = -\Delta U + T\Delta S,$$

где A — работа, ΔU — приращение внутренней энергии, ΔS — приращение энтропии, T — абсолютная температура, то при $T = \text{const}$ можно написать

$$(A)_{\text{изотерм.}} = -\Delta(U - TS) = -\Delta F.$$

Величина $U - TS = F$, составленная только из параметров состояния, и была названа Гельмгольцем свободной энергией. Ее приращение равно максимальной работе, которую можно получить при изотермическом процессе. Остающаяся энергия, равная $T\Delta S$ и названная Гельмгольцем связанной энергией, превращается в теплоту.

Отсюда при помощи простых преобразований получается хорошо известное уравнение Гиббса—Гельмгольца

$$(A)_{\text{изотерм.}} = T \frac{dA}{dT} - \Delta U,$$

многообразное применение которого и фундаментальное значение в физической химии освещаются в любом курсе этой науки.

Свободная энергия является аналогом энтропии и подобно ей может служить критерием обратимости и необратимости процесса.

Свободную энергию применяют при рассмотрении процессов, связанных с изотермическими изменениями состояния, которые в свою очередь связаны с получением или отдачей тепла: изменение плотности газов, плавление, испарение, химические реакции, намагничивание и электризация различных веществ при изменении объема (магнитострикция и электрострикция), изменение формы при упругом напряжении веществ с большим молекулярным весом и т. д. Когда химическая реакция происходит при постоянной температуре, свободная энергия изменяется всегда только в одном направлении: она убывает. Направление реакций определяется выделением наибольшего количества свободной энергии. Гельмгольц характеризовал свободную энергию как способность химических процессов производить механическую работу, а связанную энергию — как скрытую теплоту.

Применение понятия свободной энергии дало возможность определять условия превращения химической энергии в работу. «Выставленный им (Гельмгольцем. — *Авт.*) принцип свободной энергии, — писал А. Г. Столетов, — имеет значение весьма широкое: это путеводная нить при изучении всех физико-химических процессов»⁷.

Вместе с законом сохранения энергии выведенное Гельмгольцем соотношение для свободной энергии легло в основу нового учения о химическом сродстве. Открытие свободной энергии показало, что термодинамическая теория сродства должна уступить место термодинамической: «Если считать, что закон Клаузиуса (т. е. второе начало. — *Авт.*) имеет неограниченную применимость, — писал Гельмгольц, — то тогда именно значения свободной энергии, а не значения энергии, проявляющейся путем выделения тепла, будут определять, в каком направлении может действовать химическое сродство»⁸.

⁷ А. Г. Столетов. Гельмгольц и современная физика. В кн.: А. Г. Столетов. Собр. соч., т. 2. М.—Л., 1941, стр. 316.

⁸ H. Helmholtz. «Ostwald's Klassiker», 1902, № 124, S. 18.

За несколько лет до этой работы Гельмгольц исследовал специальный тип «вольтовых ячеек» — так называемые концентрационные цепи, составленные из одинаковых электродов и из электролита, представляющего собой раствор какой-либо соли, имеющей различную концентрацию у одного и другого электрода. Когда такой элемент работает, соль переносится от участка с высокой концентрацией к участкам с низкой концентрацией, и таким образом происходит выравнивание концентраций, а во внешней цепи течет ток.

Такие цепи экспериментально изучил Дж. Мозер⁹ незадолго до теоретических работ Гельмгольца¹⁰. Исследуя эту цепь, Гельмгольц пришел к выводу, что электродвижущая сила такой цепи зависит от логарифма концентраций, а именно:

$$E = a \log \frac{C_2}{C_1}.$$

Только недостаточное развитие теории растворов не дало Гельмгольцу возможности определить коэффициент a перед логарифмом отношения концентраций. Это сделал позднее В. Нернст, который нашел выражение для электродвижущей силы такой цепи, носящее его имя:

$$E = \frac{u-v}{u+v} RT \log \frac{C_2}{C_1}.$$

27 июня 1882 г. Гельмгольц в докладе «К термодинамике химических процессов» развил теорию концентрационных пар. Еще ранее, в 1877 г., он нашел соотношение между электродвижущей силой концентрационных цепей и упругостью пара растворов.

Исходя из общих принципов термодинамики, он показал, что, определяя упругости насыщенного пара над растворами разных концентраций, можно вычислить электродвижущую силу концентрационных элементов¹¹. Гельмгольцем, однако, не был вскрыт механизм образования электродвижущей силы внутри таких элементов.

В 1889 г. в Берлинской Академии наук Гельмгольц доложил работу В. Нернста, который на основе теории электролитической диссоциации Аррениуса и теории осмотического давления Вант-Гоффа развил осмотическую теорию гальванических элементов. Отметим, что важное значение для теории электролитической упругости растворения, развитой Нернстом, имело понятие о «двойном электрическом слое», введенное Гельмгольцем в 1879 г.¹²

Концепция двойного слоя на поверхности раздела двух тел была использована Гельмгольцем для объяснения различных других явлений, как, например, контактной разности потенциалов двух металлов и т. д.

⁹ J. Moser. «Ann. d. Phys.», 1878, Bd. III, S. 216.

¹⁰ H. Helmholtz. «Berlin. Monatsber.», 1877, S. 716; «Ann. d. Phys.», 1878, Bd. III, S. 201.

¹¹ Гельмгольц в 1881 г. обращал внимание на «силы молекулярного притяжения, которыми вода и другие составные части раствора действуют на его ионы... Мне самому, писал Гельмгольц, — удалось на основании механической теории тепла вычислить влияние, которое оказывает на электродвижущую силу вода, заключающаяся в растворе соли. Химическое притяжение между солью и водой может быть в этом случае измерено по уменьшению упругости пара над жидкостью». Эти представления получили развитие в дальнейшем в работах И. А. Каблукова, Д. П. Коновалова, М. С. Вревского и др.

¹² См. H. Helmholtz. «Berlin. Monatsber.», 1879; «Ann. d. Phys.», 1879, Bd. VII, S. 337; «Wiss. Abh.», 1882, Bd. I, S. 855.

* * *

Гельмгольц посвятил много работ изучению процессов электролиза и природы явления гальванической поляризации. До 70—80-х годов XIX в. относительно природы электролиза господствовало мнение, согласно которому для разложения любого электролита необходима некоторая минимальная электродвижущая сила, ниже которой электролиз не произойдет. Считалось, что ток должен как бы «пересилить» химические силы сродства, чтобы вызвать электролиз. Под влиянием тока происходит вначале разложение и ориентация частиц электролита, а затем и движение их к электродам. Этой точки зрения первоначально придерживался и сам Гельмгольц и многие химики. В 1873 г. Гельмгольц¹³ пришел к выводу, что для каждого раствора существует своя предельная электродвижущая сила, только при которой может начаться разложение электролита; ниже этого предела разложения не будет.

Однако уже в то время имелись экспериментальные факты, говорившие, что электролиз начинается при ничтожно малой электродвижущей силе, но из-за поляризации электродов вскоре останавливается. Для того чтобы электролиз не прекращался, надо поддерживать в цепи электродвижущую силу, иногда довольно значительную. Этот вопрос стал предметом внимательного изучения многих ученых. Гельмгольцем были поставлены для решения следующие вопросы: какие необходимы силы, чтобы передвигать внутри жидкости ионы в соединении с их зарядами; какой величины необходимы силы для отделения иона от его заряда; действительно ли электрические силы при электролизе преодолевают «могущественные» силы химического сродства? Применяя представления о свободной энергии к явлениям электролиза, Гельмгольц¹⁴ показал, что установленный им в 1873 г. закон электролиза является неверным. Из возможности электролиза при произвольно малых электродвижущих силах вытекало важное следствие, на которое Гельмгольц обратил особое внимание. Его работы, посвященные этому вопросу, явились новым этапом в развитии теоретических представлений о механизме электропроводности, о переносе и разряде ионов на электродах и природе электролитического раствора. Прохождение тока через электролит без химического его разложения могло получить только два толкования: или закон Фарадея неверен, и раствор проводит аналогично металлам (без переноса ионов), или в растворе ионы растворенного вещества могут перемещаться, не затрачивая энергии на химическое разложение. Однако опыты показали, что закон Фарадея безусловно правилен. Следовательно, справедливо второе толкование. В 1880 г. Гельмгольцем была развита новая теория, основные положения которой заключались в следующем: «если для разложения эквивалентных количеств разных веществ, независимо от степени их химического сродства, необходимо всегда одно и то же количество электричества, то можно считать, что ионы в растворе свободны, т. е. затраты электродвижущей силы на процесс разложения электролита в растворе не происходит». Таким образом, «свободному движению положительно и отрицательно заряженных ионов не препятствуют никакие химические силы, кроме сил притяжения и отталкивания самих ионов»¹⁵. Ток только подхватывает, организует и направляет ионы к электродам, а не освобождает

¹³ H. Helmholtz. «Pogg. Ann.», 1873, Bd. 150, S. 483; «Wissen. Abh.», 1882, Bd. I, S. 823—834.

¹⁴ H. Helmholtz. Zur Thermodynamik chemischer Vorgänge, III Theil. «Wissen. Abh.», 1883, Bd. II, S. 92.

¹⁵ H. Helmholtz. «Wied. Ann.», 1880, Bd. 11, S. 737; «Wissen. Abh. Leipzig, 1882, Bd. I, S. 911.

их заново из частиц. Выделяясь на электроде, ион разряжается и отдает заряд, который он нес на себе.

«Если бы существовала какая-нибудь химическая сила, кроме взаимного притяжения электрических зарядов, которая удерживала бы пары анионов и катионов в соединении, и для преодоления ее требовалась бы затрата какой-нибудь, хотя бы малой работы, — говорил Гельмгольц в 1881 г., — то возможно было бы найти низший предел электродвижущей силы, еще способной вызвать поляризационные токи. До сих пор не наблюдалось еще ни одного явления, которое указывало бы на существование подобного низшего предела, и следовательно, мы должны заключить, что никакая сила не сопротивляется разделению ионов, кроме притяжения их электрических зарядов»¹⁶.

В результате действия этих зарядов поддерживается равномерное «распределение противоположных ионов во всей жидкости, так что все ее части будут как химически, так и электрически нейтральны. Но достаточно даже малейшей внешней электрической силы для того, чтобы нарушить равномерность этого распределения»¹⁷.

В чем же тогда состоит разложение электролита, если ионы находятся в свободном состоянии в растворе? На этот вопрос Гельмгольц дал ясный и определенный ответ. Ионы свободны, но имеют электрический заряд (положительный или отрицательный). Процесс разложения состоит лишь в том, чтобы отнять у ионов их заряды в процессе электролиза, а работа разложения тратится лишь на превращение ионов в нейтральное состояние. Но тогда почему для разряда различных ионов нужна электродвижущая сила различной величины? Гельмгольц объяснял это тем, что различные ионы притягивают свои электрические заряды в различной степени¹⁸.

«Если электрический заряд электродов недостаточно силен, чтобы отнимать электричество у ионов, собирающихся у их поверхности, то катион будет удерживаться на катоде, а анион на аноде», — говорил Гельмгольц в 1881 г. В этом Гельмгольц видел сущность явления поляризации электродов, которая состоит в скоплении заряженных ионов на электродах с образованием двойных электрических слоев.

Гельмгольц предположил, что ионы, которые приносятся к катоду током, теряют свои заряды не на самом электроде, а остаются вблизи него, образуя одну из обкладок некоторого «конденсатора», другой обкладкой которого является электрод. Когда разность потенциалов на электродах настолько повысится, что они будут притягивать электрический заряд ионов с силой, достаточной для того, чтобы оторвать его от ионов, наступает процесс химического разложения током электролита и на электродах выделяются продукты электролиза. Таким образом, химическое разложение электролита током состоит не в разделении молекул электролита на ионы, а в отнятии от последних их электрических зарядов. Эта концепция Гельмгольца была принципиально новой точкой зрения на процесс электролиза, получившей впоследствии плодотворное развитие в трудах В. Нернста, М. Леблана и др.

Как справедливо заметил В. Нернст, «основная мысль электролитическая»

¹⁶ Г. Гельмгольц. Современное развитие фарадеевых воззрений на электричество. Речь, произнесенная в память Фарадея на торжественном заседании Лондонского химического общества 5 апреля 1881 г. СПб., 1898; см. также Г. Гельмгольц. Современное развитие взглядов Фарадея на электричество. В кн.: «Популярные речи Г. Гельмгольца», ч. 1. СПб., 1898, стр. 132.

¹⁷ Там же.

¹⁸ Гельмгольц, таким образом, заложил начала теории избирательного сродства атомов различных элементов с атомами электричества. Теория электросродства в дальнейшем была развита Абегом, Водлендером и др.

ческой диссоциации высказана Гельмгольцем уже с большой ясностью»¹⁹.

Русский физик А. П. Соколов²⁰ по этому поводу писал: «По существу теория Аррениуса есть лишь простое видоизменение теории Гельмгольца: стоит только в последней принять, что не все молекулы электролита диссоциированы на ионы, а лишь некоторая часть, зависящая от концентрации и температуры раствора, для того, чтобы получить теорию Аррениуса. Этот последний совсем не останавливается на объяснении явлений поляризации и предельной электродвижущей силы электролиза, а между тем такое объяснение можно дать лишь исходя из точки зрения Гельмгольца»²¹.

Представления Гельмгольца о полной диссоциации электролита на свободные ионы натолкнулись, правда, на существенные трудности при опытным определении удельной электропроводности слабых электролитов. Оказалось, что электропроводность этих растворов увеличивается с разведением, что противоречит концепции о полной диссоциации. Это противоречие было впоследствии разрешено только теорией электролитической диссоциации Аррениуса. Однако для объяснения свойств растворов сильных электролитов воззрения Гельмгольца полностью применимы. В основу современной теории сильных электролитов легли представления об их полной диссоциации и электростатическом взаимодействии ионов. Историю возникновения этой теории, таким образом, можно начинать с Гельмгольца.

Идею о свободных ионах, заряженных определенным количеством положительного или отрицательного электричества, Гельмгольц развил и углубил в речи, прочитанной им в Лондоне 5 апреля 1881 г. в память Фарадея. В этом докладе Гельмгольц положил начало принципиально новой теории, согласно которой электричество имеет атомистическое строение. Трудно переоценить историческое значение этой концепции, по которой каждая эквивалентная единица элементарного или сложного иона заряжена определенным количеством положительного или отрицательного электричества, которое не делится более и представляет как бы электрический атом.

Электрический атом есть заряд, несомый одновалентным атомом или ионом в процессе электролиза. До Гельмгольца идею об атомистическом строении электричества высказал В. Вебер, который в 1871 г. пришел к убеждению, что электричество имеет атомистическую структуру. Он писал: «При всеобщей распространенности электричества мы имеем право принять, что с каждым весомым атомом связан электрический атом»²².

Все же в 70—80-е годы XIX в. представления о возможности существования элементарного электрического заряда были весьма неопределенными. Об этом ясно говорят высказывания Максвелла по данному вопросу. С одной стороны, электрический заряд, по Максвеллу, — это математический символ, выражающий концы линии сил, возникающих в диэлектрике, с другой стороны, Максвелл был склонен признать атомный заряд «молекулой электричества». В 1873 г. Максвелл писал: «Какова бы ни была природа электричества и что бы мы ни понимали под словом «движение электричества», то явление, которое мы называли электрическим смещением»

¹⁹ В. Нернст. Теоретическая химия. СПб., 1904, стр. 322; W. Nernst. Die elektrochemischen Arbeiten von Helmholtz. «Die Naturwissenschaften», 1921, H. 35, S. 702.

²⁰ А. П. Соколов. Работы Гельмгольца по электричеству в связи с химией. «Ученые зап. Моск. ун-та», 1892, вып. IX, стр. 129—152.

²¹ А. П. Соколов. Современное состояние наших сведений об электролизе. ЖРФХО, 1903, т. 35, вып. 1, ч. физ., стр. 70.

²² Цит. по статье: А. И. Бачинский. Вильгельм Вебер. Творец электропной теории. «Природа», 1916, № 10, стр. 1120—1121.

ем, есть движение электричества в том же смысле, в каком мы говорим о движении электричества по проволоке»²³.

Максвелл очень близко подошел к идее атомистического строения электричества. В электролизе атом хлора, отделяясь в виде иона от атома цинка, уносит такой же заряд, какой он уносит при отделении от меди. Это привело Максвелла к констатации того, что «атомный заряд имеет постоянную величину». Этот атомный заряд он и называл «молекулой электричества». Но здесь же он добавлял, что со временем «эти предварительные теории будут ненужными». Последнее замечание, как отметил П. Ленар²⁴, сыграло отрицательную роль в развитии атомистического представления об электричестве. В теории Максвелла не нашлось места атомистическим представлениям. Только Гельмгольц поставил вопрос об атомистическом строении электричества в качестве кардинальной проблемы физики. В 1881 г. он писал: «Если применить атомистическую теорию к электрическим процессам, то она в соединении с законом Фарадея приводит к поразительным следствиям. Если мы допускаем существование химических атомов, то мы принуждены заключить отсюда далее, что также и электричество как положительное, так и отрицательное разделяется на определенные элементарные количества, которые играют роль атомов электричества»²⁵. Каждый ион, пока он передвигается в жидкости, должен быть соединен с одним эквивалентом электричества для каждого своего сродства. Только на пограничных поверхностях электродов может произойти разделение; если здесь действует достаточно большая электродвижущая сила, то ионы могут отдавать свое электричество и делаться электрически нейтральными»²⁶.

Так были разработаны многие основные идеи физической химии, дальнейшее развитие которой создало науку, имеющую огромное теоретическое значение и необозримые практические приложения в самых различных областях промышленности.

²³ Д. К. Максвелл. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М., 1954, стр. 13.

²⁴ П. Ленар. О принципе относительности, эфире, тяготении. Госиздат. М., 1922, стр. 31.

²⁵ Этот атом электричества Дж. Стоней в 1881 г. назвал электроном. Электроны присоединяются по одному или по несколько к атомам или атомным группам, причем последние становятся в таком случае ионами. Термин «электрон» получил признание довольно медленно. После Стоней Г. А. Лоренц (1895), Дж. Дж. Томсон, Фитцджеральд и другие употребляли слово «ион» вместо «электрон». В 1900 г. Друдде предложил назвать ионом носитель электричества в электролитах, а электроном — атом Вебера. Только после этого указанные термины получили общее признание. С развитием представлений о природе катодных и каналовых лучей, фотоэффекте появилась полная уверенность в корпускулярном строении электричества. Электронная теория, успешно развивавшаяся с 1892 г., оказала, как известно, огромное влияние на дальнейшее развитие химии, физики, электрохимии и других наук.

²⁶ Г. Гельмгольц. Современное развитие фарадеевых воззрений на электричество. Речь, произнесенная в память Фарадея на торжественном заседании Лондонского химического общества 5 апреля 1881 г. СПб., 1898; см. также Г. Гельмгольц. Современное развитие взглядов Фарадея на электричество. В кн.: «Популярные речи Г. Гельмгольца», ч. I. СПб., 1898, стр. 124.

К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ч. ДАРВИНА И 100-ЛЕТИЮ ВЫХОДА В СВЕТ ЕГО «ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВИДОВ»*

С. Л. СОБОЛЬ

ПОДВИГ ДАРВИНА

Среди юбилейных дат естествознания, отмечаемых в 1959 г., столетие со дня выхода в свет основополагающего труда Чарлза Дарвина «Происхождение видов» (24 ноября 1859 г.) несомненно должно приковать к себе особое внимание не только биологов, не только естествоиспытателей различных других специальностей, но и всех прогрессивно мыслящих людей. Имя Дарвина не раз и совершенно справедливо сопоставляли с именами Коперника и Ньютона. Это сопоставление основано прежде всего на том факте, что гениальные произведения трех великих ученых — «Об обращении небесных сфер» (1543), «Математические начала натуральной философии» (1687) и «Происхождение видов путем естественного отбора» (1859) — являются тремя главнейшими этапами процесса полного разрушения вековых твердых религиозно-метафизических представлений человечества об устройстве и происхождении мира и окончательного торжества научного мировоззрения. После долгой борьбы церковь вынуждена была признать и гелиоцентрическую систему Коперника и лежащий в основе научного понимания движений небесных тел закон всемирного тяготения Ньютона. Но должно было пройти триста лет после Коперника и почти двести лет после Ньютона, пока потерпел крушение важнейший оплот церкви и метафизики — учение о сотворении богом животных, растений и человека. Сам Ньютон, как известно, в своем понимании органического мира отстаивал метафизические воззрения. В согласии с наукой своего времени и с церковью он считал все виды организмов вышедшими из рук творца и сохраняющими от века полную неизменность: «мудрость и искусство могущественного вечного агента» определяли закономерность и целесообразность всего в мире, и в том числе всех многообразных живых существ. Это убеждение продолжало господствовать вплоть до появления гениального труда Дарвина, и еще в том же 1859 г., когда появился этот труд, Луи Агассиц, один из наиболее выдающихся биологов того времени и вместе с тем один из самых ярких представителей креационизма, писал: «Каждый вид из мира животных и растений есть не что иное, как облеченная в телесную форму творческая мысль бога»¹.

* Материалы к юбилею Дарвина помещаются также и в разделах «Сообщения и публикации» и «Критика и библиография» настоящего сборника.

¹ Цит. по кн.: Э. Геккель. Мировоззрение Дарвина и Ламарка. Перев. с немецкого Л. Р. СПб., 1909, стр. 8.

Этому всеобщему убеждению Дарвин противопоставил эволюционное учение и теорию естественного отбора как главного движущего фактора эволюционного процесса. Слепой вере и неподвижной догме была противопоставлена целостная материалистическая научная теория, основанная на гигантском строго проверенном фактическом материале и объяснявшая этот разнородный и часто, казалось, противоречивый материал с единой точки зрения. Сила и убедительность дарвиновской аргументации были настолько велики и покоряющи, что в необычайно короткий срок, в течение 60-х годов XIX в., новое учение получило широкую известность во всех культурных странах мира. Дарвин писал в заключительной части своего труда: «Хотя я вполне убежден в истинности тех воззрений, которые... изложены в этой книге, я никоим образом не надеюсь убедить опытных натуралистов, владеющих огромным фактическим материалом, который на протяжении длинного ряда лет рассматривался ими с точки зрения, прямо противоположной моей..., но я обращаюсь с доверием к будущему — к молодому, подрастающему поколению натуралистов, которые будут в состоянии с должным беспристрастием взвесить обе стороны вопроса»².

Надо сказать, однако, что и многие старые натуралисты, на изменение взглядов которых Дарвин возлагал так мало надежды, присоединились к нему — одни раньше, другие позже. И только наиболее реакционные ученые вместе с церковниками со страшной злобой и ненавистью выступили против нового учения, справедливо учуяв гибель, которую оно несет религиозным и метафизическим воззрениям, игравшим на протяжении веков огромную роль в удержании трудовых масс народа в состоянии темноты, невежества и повиновения. Дарвин с самого начала очень хорошо понимал, какой вызов он бросил церкви, ортодоксам и реакционерам. 19 ноября, за несколько дней до официального выхода «Происхождения видов» в свет, в журнале «Athenaeum» (стр. 659—660) появилась невежественная и полная злобы рецензия на книгу, заканчивавшаяся словами: «Какой смысл строить сложную теорию, исключаящую божество из творческих актов творения? Почему не признать просто, что новые виды были введены творческой силой всемогущего? Почему не принять прямое вмешательство скорее, чем эволюцию закона и ненужное не прямое действие? Познакомив читателя с автором и его сочинением, мы должны оставить его на милость церкви, университетской корпорации и музея». Дарвин ответил на эту рецензию своей знаменитой репликой: «Манера, с которой автор притягивает сюда вопрос о бессмертии, натравливает на меня священников и отдает на их милость, пизка. Сам он ни за что на свете не станет сжигать меня, но дрова для костра заготовит и укажет черным бестиям, как схватить меня»³.

Дарвин не только сравнивал свое дело и свою возможную судьбу с делом и судьбой великих коперниканцев Джордано Бруно и Галилея (разумеется, с теми поправками, которые вносила в положение середина XIX в.). С удивительной прозорливостью Дарвин с самого начала работы над созданием эволюционного учения осознал, что новое учение должно сыграть в развитии биологии роль, глубоко аналогичную той, которую сыграло ньютоновское учение в развитии физики и астрономии. Ясное сознание того, что он стоит на пути разрушения старых религиозно-метафизических представлений о живом мире, возникло у него уже в 1835 г., в предпоследний год его кругосветного плавания на «Бигле». Находясь на Галапагосских островах и осуществив здесь свой первый, предвари-

² Ч. Дарвин. Соч., т. 3. Изд-во АН СССР. М.—Л., 1939, стр. 660—661.

³ Из письма к Д. Д. Гукеру, написанного в 20-х числах ноября 1859 г. См. Ch. Darwin. Life and Letters, т. II. London, 1887, p. 228.

тельный анализ вопроса о происхождении своеобразной фауны этих островов, Дарвин записал в своем «Дневнике»: «Если имеется хотя бы малейшее основание для этих замечаний [об изменчивости видов вьюрков и черепах на различных островах Галапагосского архипелага.—С. С.], то зоология архипелагов вполне заслуживает исследования, ибо такого рода факты подорвали бы веру в неизменность видов» (курсив наш.—С. С.)⁴. Через год после возвращения на родину, в 1837 г., Дарвин, уже твердо став на путь эволюционного учения, заносит в свою «Первую записную книжку по вопросу о трансмутации видов» запись, в которой он хотя и в необработанном, но в совершенно отчетливом виде проводит аналогию между новой, создаваемой им биологической теорией и астрономией, построенной на основе закона всемирного тяготения: «Астрономы могли некогда говорить, что бог повелел каждой планете двигаться по своему особому, предначертанному ей пути. Таким же образом [по мнению биологов] бог повелел, чтобы каждое животное было создано по определенной форме в определенной стране. Но насколько несравненно проще и величественнее сила [повелевающая]: пусть тяготение действует по определенному закону — и такими-то будут неизбежные последствия; — пусть животные будут созданы, и тогда по твердым законам образования потомства их потомки будут такими-то; пусть возможности распространения организмов будут такими-то, и тогда такими-то будут формы одной страны по отношению к другой; пусть геологические изменения протекают с такой-то скоростью, и тогда такими-то будут количество и распределение видов!!»⁵. Еще не вполне освободившись здесь от деизма (Дарвин окончательно разделался с ним лишь спустя несколько лет после начала своей работы над проблемой происхождения видов⁶), великий ученый (ему было тогда 28 лет!) с полной убежденностью высказывает идущую вразрез с всеобщим убеждением его века идею: все развитие органической жизни на земле регулируется не божественной волей, а естественными законами, так же как естественными законами регулируется движение планет.

Как хорошо известно, Дарвин больше 20 лет медлил с опубликованием своей теории. Первые два наброска ее (так называемые «Очерки») были написаны им в 1842 и 1844 гг., т. е. за 17 и 15 лет до публикации «Происхождения видов», причем второй из этих очерков представляет собой сжатое, но вполне законченное изложение учения о естественном отборе⁷. Более того, как можно считать теперь вполне установленным⁸, до настоящего времени все еще не опубликованная «Первая записная книжка по вопросу о трансмутации видов», которую Дарвин вел с июля 1837 г. до марта 1838 г., содержит начерно сформулированные все главные положения теории. Поразительная и на первый взгляд непонятная медлительность ученого вызывалась прежде всего его твердым решением выступить во всеоружии, выступить так, чтобы все возможные доводы противников эволюционного учения повисли в воздухе. Дарвин не выступал не потому, что боялся за себя, а потому, что опасался за судьбу нового учения и хотел

⁴ Ч. Дарвин. Путешествие на корабле «Бигль». Письма и записные книжки (по неопубликованным рукописям). Ред. и предисловие С. Л. Соболя. М., 1949, стр. 7.

⁵ Рукопись Дарвина, стр. 101—102. — Полный перевод этой записной книжки Дарвина, сделанный по его рукописи, появится в печатающемся в настоящее время 9-м томе «Сочинений» Дарвина (Изд-во АН СССР).

⁶ См. об этом: Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера. Перев. с рукописи С. Л. Соболя. Изд-во АН СССР. М., 1957, стр. 98—107.

⁷ Полный перевод «Очерков» 1842 и 1844 гг. дан в 3-м томе Сочинений Дарвина (Изд-во АН СССР. М.—Л., 1939).

⁸ См. об этом: С. Л. Соболев. Эволюционная концепция Ч. Дарвина в период до его ознакомления с сочинением Мальтуса (по неопубликованной «Записной книжке» 1837—1838 гг.), «Зоологический журнал», 1958, т. 37, вып. 5, стр. 643—658.

обеспечить безусловную его победу. Только известные события 1858 г. — получение им 18 июня от Уоллеса статьи, в которой тот развивал идею естественного отбора независимо от Дарвина, и настоятельное требование Ляйелля и Гукера, считавших долгом своей научной совести заявить о приоритете Дарвина, — вынудили его согласиться, чтобы на специальном заседании Линнеевского общества 1 июля 1858 г. были сообщены одновременно со статьей Уоллеса отрывок о естественном отборе из «Очерка» 1844 г. и письмо к американскому ботанику Аза Грею от 5 сентября 1857 г., в котором Дарвин сжато изложил основные положения своей теории. Если бы не это обстоятельство, вполне возможно, что Дарвин познакомил бы мир со своей теорией еще через несколько лет, когда его большой, многотомный труд о видах, начатый в 1854 г., был бы наконец завершен.

В какой мере, однако, Дарвин был прав, опасаясь провала своей эволюционной теории в случае, как он считал, несвоевременной публикации ее? Этому как будто противоречит необычайно быстрый и широкий успех «Происхождения видов». Сам Дарвин, пытаясь определить причины этого успеха, писал в «Автобиографии»: «Иногда высказывалось мнение, что успех «Происхождения видов» доказал, что «идея носилась в воздухе» и что «умы людей были к ней подготовлены». Я не думаю, чтобы это было вполне верно, ибо я не раз осторожно нащупывал мнение немалого числа натуралистов и мне никогда не пришлось встретить ни одного, который казался бы сомневающимся в постоянстве видов. Даже Ляйелль и Гукер, хотя и с интересом выслушивали меня, никогда, по-видимому, не соглашались со мной⁹. Эти слова Дарвина находят подтверждение и в ряде высказываний Ляйелля, Гукера и Гексли. Последний, например, в статье «О том, как было приято «Происхождение видов»» говорит: «Среди множества биологов того времени [речь идет о периоде 1851—58 гг. — С.С.] я не знал ни одного, за исключением д-ра Гранта из Лондонского Университетского колледжа, который промолвил хотя бы одно слово за эволюционное учение, а его защита отнюдь не способствовала успеху дела. Что же касается не биологов, то единственным известным мне человеком, знания и компетенция которого заслуживали уважения и который был вместе с тем решительным эволюционистом, был Герберт Спенсер¹⁰. Следует вспомнить, наконец, что, согласно сообщению Дж. Д. Гукера, на заседании Линнеевского общества 1 июля 1858 г., на котором присутствовал ряд виднейших зоологов и ботаников Англии, сообщение материалов Дарвина и Уоллеса было встречено гробовым молчанием. И только то обстоятельство, что материалы эти были представлены такими выдающимися натуралистами, как Гукер и Ляйелль (а последний был известен как решительный противник эволюционного учения), помешало присутствующим «наброситься» (как пишет Гукер) на новых глашатаев эволюционизма¹¹.

Еще хуже обстояло дело в 30—50-х годах XIX в. после знаменитой «победы» креациониста Кювье над эволюционистом Жоффруа Сент-Илером в диспуте 1830 г. в Парижской Академии наук по вопросу о единстве плана строения моллюсков и позвоночных. В широких научных кругах всех стран Европы эволюционная идея, крупнейшими защитниками которой были в первой трети XIX в. Ламарк и Сент-Илер, считалась полностью дискредитированной. В Англии реакционные круги решили ответить контрударом на распространение материалистических идей, связанных с ростом естествознания и начавших серьезно подрывать самые основы

религии. Крупнейшим шагом в этом направлении было решение английского духовного деятеля Ф. Г. Эджертона (графа Бриджуотера) предоставить 8 тыс. ф. ст. на поощрение авторов, которые напишут лучшие сочинения о «благости господ, проявляемой им в Творении». Распоряжение этой суммой было предоставлено не кому иному, как президенту Лондонского Королевского общества, и это Общество, возникшее в XVII в. как свободное объединение передовых ученых, ставивших своей целью содействие развитию экспериментальной науки и борьбу с средневековым аристотелизмом и предрассудками, теперь, в первой трети XIX в., оказало активное содействие ученым апологетам «натуральной теологии», доказывавшим существование бога на основании якобы наличия в природе «заранее задуманного плана творения» и принимавшим как само собой разумеющееся «изначальную целесообразность» и «конечные цели» (*causae finales*) в неорганической и живой природе. Но особенно характерно то, что авторами «бриджуотерских трактатов» (это название так и закрепилось за ними) были не случайные священники и не второстепенные натуралисты, а крупнейшие представители английского естествознания того времени. Достаточно назвать такие имена, как знаменитый физиолог Ч. Белл; астроном и историк естествознания У. Уэвелл (Юэлл), геолог У. Бакленд, химик У. Праут, энтомолог У. Кирби, чтобы понять, что Дарвину, который как раз в годы публикации «бриджуотерских трактатов» (1833—1840) был занят возведением своего монументального здания материалистической эволюционной теории, ставившей своей целью доказать полную несостоятельность основной идеи этих трактатов и объяснить весь процесс эволюции органического мира на основании естественных законов природы, предстояло выступить в полном одиночестве против сплоченного фронта всей английской науки и церкви.

Дарвин ясно сознавал это. В уже упоминавшейся выше «Первой записной книжке» 1837—1838 гг. он не раз пронизывает по адресу Кирби, «бриджуотерский трактат» которого носил пышное заглавие «О могуществе, мудрости и благости бога, проявляющихся в сотворении животных, их естественной истории, привычках и инстинктах», Бакленда и других авторов подобных трактатов. Впоследствии Дарвин выступил в своих трудах «Происхождение человека» и «Выражение эмоций» против Чарлза Белла (его «бриджуотерский трактат» назывался «Рука человека, ее механизм и жизненное назначение как выражение преднамеренного плана»), опровергая утверждения этого знаменитого физиолога о специальном создании творцом мышц руки и лица для осуществления определенных действий и для выражения определенных эмоций. Вместе с тем с фактической стороны «бриджуотерские трактаты» представляли собой весьма обстоятельные произведения, о чем свидетельствует хотя бы то, что сам Дарвин широко использовал их данные, толкуя их, разумеется, в духе своей теории, прямо противоположном мистико-метафизическому толкованию, проводимому авторами трактатов. Тем более огромна была сила этого оружия, влияние которого Дарвин должен был разрушить. Успех трактатов был огромен, многие из них были переизданы повторно, вся серия (восемь трактатов) была сразу же после появления в Англии переведена на немецкий язык.

В этой обстановке поведение Дарвина, стремившегося всесторонне обосновать всеми возможными фактическими данными свою теорию в целом и каждое отдельное ее положение и вместе с тем заранее парировать возражения, которые выдвигались или могли быть выдвинуты противниками эволюционной идеи, представляется исторически глубоко правильным. В результате, как он сам говорит, против его «воззрений было выдвинуто очень мало таких возражений, на которые» он «уже заранее не обратил бы

⁹ Ч. Дарвин. Воспоминания ..., стр. 134.

¹⁰ Ch. Darwin. Life and Letters, t. II, London, 1887, p. 188.

¹¹ Подробнее об этом см.: С. Л. Соболев. Polemika вокруг идей Дарвина в период, предшествующий выходу в свет «Происхождения видов». «Журнал общей биологии», 1940, т. I, № 1, стр. 75—104.

по меньшей мере внимания или не пытался даже найти ответ на них». «Я много выиграл, — заключает Дарвин, — промедлив с публикацией книги примерно с 1839 г., когда теория ясно сложилась у меня, до 1859 г., и я ничего не потерял при этом, ибо весьма мало заботился о том, кому припишут больше оригинальности — мне или Уоллесу, а его очерк, без сомнения, помог восприятию теории»¹². И действительно, промедлив, Дарвин одержал полную победу. Голоса противников эволюционной теории — церковников, вроде епископа Уилберфорса и многочисленных «просвещенных» священников в Англии и на материке, и ученых-креационистов, вроде Агассица, — прозвучали робко и неуверенно, а через короткое время и совсем заглохли под давлением восторженного приема, оказанного новому учению всеми молодыми и многими старыми биологами. Гексли и Гукер в Англии, Аза Грей в США, Фриц и Герман Мюллеры и Геккель в Германии, Тимирязев, Мечников, Сеченов, Александр и Владимир Ковалевские в России стали борцами за дарвинизм, его глашатаями и продолжателями, навсегда связав свои имена с борьбой за новое мировоззрение и успехами, достигнутыми им. Поток клерикальной клеветы вновь широко разлился в 70—80-х годах XIX в., после появления труда Дарвина «Происхождение человека», и тогда же начали возникать многочисленные антидарвинистские «эволюционные теории». Но тот факт, что теперь противники вели борьбу не против эволюционной идеи, а именуя себя эволюционистами, отвергали дарвиновскую теорию естественного отбора, говорил о несомненной победе Дарвина, ибо торжество эволюционного учения как раз и стало возможным благодаря тому, что он сделал самую идею эволюции неопровержимой благодаря своей теории естественного отбора. Сколько-нибудь серьезная защита креационизма теперь, после появления великого труда Дарвина «Происхождение видов», стала просто немислимой. Факт эволюционного развития органического мира получил всеобщее признание, креационизм пал навсегда, хотя бездарные попытки его возрождения продолжают изредка делаться и по сегодняшний день наиболее ортодоксальными представителями церкви и немногими реакционными лжеучеными в странах капитализма. Идеалистам и метафизикам, стремящимся и сейчас еще «примирить» идею эволюции с религией и идеалистическими философскими учениями, не осталось ничего другого, как вести открытое нападение или скрытый, завуалированный под коп под материалистическую теорию естественного отбора, ту теорию, о которой Энгельс сказал, сравнивая ее с учением Маркса: «Подобно тому как Дарвин открыл закон развития органического мира, так Маркс открыл закон развития человеческой истории...»¹³.

Одновременно со столетием «Происхождения видов» в 1959 г. отмечается 150 лет со дня рождения Чарлза Дарвина (12 февраля 1809 г.) и 150 лет со дня выхода в свет главного труда замечательного предшественника Дарвина, Жана Ламарка «Философия зоологии». Признавая великие заслуги Ламарка в провозглашении эволюционного учения, Дарвин писал о нем: «Ламарк был первым, чьи выводы по этому предмету привлекли к себе большое внимание. Этот, по справедливости, знаменитый естествоиспытатель отстаивал в своих трудах воззрение, что все виды, включая человека, произошли от других видов. Ему принадлежит великая заслуга: он первый остановил всеобщее внимание на вероятности предположения, что все изменения в органическом мире, как и в неорганическом, происходили на основании законов [природы. — С.С.], а не вследствие чудес-

ного вмешательства»¹⁴. Можно ли в таком случае говорить, что Дарвину принадлежит исключительная заслуга утверждения эволюционной идеи, что только после Дарвина эволюционная идея стала органическим, неотъемлемым элементом биологической науки и материалистического мировоззрения? Хорошо известно также, что и помимо Ламарка, эволюционную идею и даже идею естественного отбора можно обнаружить в более или менее отчетливом виде у довольно большого числа авторов, писавших в додарвиновское время — в XVIII и в первой половине XIX в. В своем «Историческом очерке развития воззрений на происхождение видов» Дарвин перечисляет 33 авторов, у которых он мог обнаружить вполне отчетливо или хотя бы только намеком высказанную идею эволюции и даже идею естественного отбора. В дальнейшие годы историки биологии значительно расширили этот список предшественников Дарвина, и в настоящее время мы знаем, что до него очень многие авторы во всех культурных странах мира действительно в той или иной форме высказывали идею эволюционного развития органического мира.

В какой мере, однако, это меняет положение? Обсуждая в «Автобиографии» свою роль в разработке «биогенетического закона», который Дарвин высказал в первом же издании «Происхождения видов», он пишет: «...в ранних рецензиях на „Происхождение“ не было сделано ни одного замечания относительно этого момента, и я выразил, помнится, свое удивление по этому поводу в одном из писем к Аза Грею. За последние годы некоторые рецензенты стали приписывать эту идею целиком Фрицу Мюллеру и Геккелю, которые, несомненно, разработали ее гораздо более полно и в некоторых отношениях более правильно, чем это сделал я. Моих материалов по этому вопросу хватило бы на целую главу, и я должен был развернуть обсуждение его с большей подробностью, ибо очевидно, что мне не удалось произвести впечатление на моих читателей; однако именно тому, кто сумел добиться этого, и должна быть отдана, по моему мнению, вся честь открытия» (курсив наш. — С.С.)¹⁵. Эти совершенно справедливые слова Дарвина и являются ответом на поставленный вопрос. Ни Бюффону и Эразму Дарвину, ни Ламарку и Жоффруа Сент-Илеру, не говоря о многочисленных других, гораздо менее значительных ученых, высказывавших эволюционную идею, не удалось переубедить своих современников и направить все развитие биологии по новому, эволюционному руслу.

Одной из причин этого неуспеха старых эволюционистов была, несомненно, слабая фактическая оснащенность высказываемых ими взглядов. Так, как указывалось выше, считал и Дарвин и был, конечно, совершенно прав: теория, не подтвержденная строго проверенными, точно установленными фактами и неспособная объяснить разнородный фактический материал с единой точки зрения, а выдвигающая при встрече с противоречивыми фактами все новые и новые дополнительные гипотезы, объяснения и теории — такая теория обречена на провал. Даже наиболее разработанная из старых эволюционных теорий — теория Ламарка — выдвигала столько сомнительных гипотез для объяснения закономерностей эволюционного процесса, что и самая идея эволюции превращалась в крайне сомнительную гипотезу даже в глазах людей, готовых отказаться от креационизма. Дарвин еще в 1837 г. решительно отрекся от ламарковских «стремления организмов к прогрессу» и «воли животных», направленной на изменение их строения. Развитие органического мира от наиболее просто устроенных низших организмов вплоть до человека Ламарк объяс-

¹² Ч. Дарвин. Воспоминания..., стр. 134.

¹³ «Воспоминания о Марксе и Энгельсе». Госполитиздат. М., 1956, стр. 361.

¹⁴ Ч. Дарвин. Соч., т. 3. Изд-во АН СССР. М.—Л., 1939, стр. 261—262.

¹⁵ Ч. Дарвин. Воспоминания..., стр. 135.

нял неким «законом прогрессивного развития», в силу которого все живые существа «стремятся к совершенствованию»; однако, — писал он, «если бы причина, постоянно стремящаяся усложнить организацию, была единственной, имеющей влияние на форму и органы животных, — усложнение происходило бы всегда в совершенно правильной прогрессии. Но это далеко не так. Природе приходится подчинять свои действия влиянию внешних обстоятельств, которые и вносят разнообразие в самые произведения»¹⁶. Однако, в противоположность растениям, в отношении животных Ламарк вынужден был ввести еще один дополнительный фактор — привычку, связанную с законом упражнения или неупражнения органов и передачей по наследству приобретенных признаков. Если прибавить к этому, что целесообразность в строении и жизнедеятельности организмов оставалась у Ламарка изначальной, имманентно присущим организмам свойством, наподобие его «стремления организмов к совершенствованию», то становится ясным, что креационисты должны были считать учение о сотворении богом всего многообразного мира организмов более простым, более понятным, подобно тому, как король Альфонс X Кастильский заявил астрономам в 1250 г., что птолемеяевская система мира с ее эпициклами настолько запутана, что становится недостойной «великого творца вселенной».

Однако успех теории естественного отбора заключался не только в том, что она была свободна от указанных недостатков теории Ламарка и давала единое, стройное и фактически обоснованное объяснение всех сторон эволюционного процесса. Важнейшей особенностью теории Дарвина, особенно, совершенно чуждой теориям всех его предшественников, было то, что он исходил в построении своей теории из сельскохозяйственной практики человека. Критерий практики — вот тот могучий рычаг, который позволил Дарвину сдвинуть весь вопрос об историческом развитии органического мира с ненадежного основания умозрительных гипотез на прочные рельсы всесторонне обоснованной теории. В практике животноводов и растениеводов, тесно связанной с экономическим развитием Англии в эпоху Дарвина, он обнаружил тот метод, который в руках животноводов и растениеводов был могучим средством преобразования природы животных и растений в соответствии с хозяйственными задачами человека, — метод искусственного отбора. Отсюда, как хорошо известно, Дарвин с гениальной простотой, ясностью и убедительностью сумел проложить путь к пониманию естественных процессов, происходящих в природе. Исключив нацело какие бы то ни было мистические, метафизические и идеалистические силы и факторы, он обнаружил в природе процесс естественного отбора, который позволил ему строго научно, материалистически объяснить процесс видообразования, прогрессивное развитие органического мира от исходных первичных простейших форм до наиболее высоко организованных животных, включая человека, многообразие и генеалогическое родство форм и происхождение той органической «целесообразности», которая являлась на протяжении веков главной опорой креационистов и непреодолимой загадкой для эволюционистов. Эту замечательную особенность учения Дарвина, эту его решающую победу высоко оценил Маркс, который в самом начале 1861 г. писал, что Дарвином «впервые не только нанесен смертельный удар «телеологии» в естественных науках, но и эмпирически выяснен ее рациональный смысл»¹⁷.

Прошло сто лет со времени великого подвига Дарвина. Оплодотворенная его учением биология бурно развивалась. Ее достижения и открытия

за сто лет укрепили и развили дарвинизм, сделали его надежной основой биологической теории, сельскохозяйственной и медицинской практики. Дарвин придавал исключительно большое значение той роли, которую должно сыграть его учение в разрушении старого, традиционного, религиозно-метафизического мировоззрения. И как мы видели, великий подвиг, совершенный им, действительно заключался в окончательном уничтожении того последнего и, казалось, наиболее прочного оплота, который церковь до середины XIX в. твердо удерживала в своих руках при поддержке официальной науки. Об этой исторической миссии учения Дарвина, завершившего дело, начатое Коперником, Галилеем и Ньютоном, никогда не следует забывать. Но вместе с тем Дарвин, построивший свое учение на основе практического опыта животноводов и растениеводов, сам отчетливо сознавал и те большие задачи практического характера, которые неизбежно должны встать перед наукой и практикой с победой его учения. В заключительной главе «Происхождения видов», оценивая тот переворот, который произведет его эволюционное учение в различных областях биологической науки, он писал, имея в виду сельскохозяйственную практику: «Откроется громадное и почти непочатое поле для исследования причин и законов изменений, корреляции, действия упражнения и неупражнения, непосредственного действия внешних условий и т. д. Возрастет в громадной степени значение изучения наших домашних пород. Новая разновидность, выведенная человеком, представится более любопытным и важным предметом изучения, чем добавление еще одного вида к бесконечному числу уже занесенных в списки»¹⁸. Часть этой обширной программы он и сам успел осуществить. Его громадный труд «Изменения животных и растений в условиях одомашнивания» (1868) представлял критическую сводку всего, что было известно в его время по истории выведения пород и сортов домашних животных и культурных растений, по теории и практике искусственного отбора, по гибридизации, изменчивости, наследственности, почковой вариации, вегетативным гибридам и пр. Большая серия его работ по перекрестному опылению растений, и особенно последняя из них «Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире» (1876), явившаяся результатом исключительной по своему объему и размаху экспериментальной работы, проведенной самим Дарвином, доказала полную справедливость давнейшей идеи Дарвина, что продолжающееся на протяжении многих поколений самоопыление приводит к общему ослаблению конституции растения и в конечном счете — к его вырождению, и что, наоборот, перекрестное опыление, способствуя скрещиванию разных линий одного сорта или разновидности, линий, развивавшихся в нескольких различных условиях среды, приводит к получению высоко жизнеспособного, плодovitого и более разнообразного по своим наследственным качествам потомства. Эта идея была широко и творчески использована выдающимся советским ученым И. В. Мичуриным в его блестящей работе по выведению новых сортов культурных растений.

Несмотря на все попытки антидарвинистов различного толка задержать развитие дарвинизма, учение Дарвина получило всемирное распространение. В России и СССР дарвинизм уже давно обрел свою «вторую родину». Выдающиеся русские дарвинисты Мечников и братья Ковалевские, Тимирязев и Сеченов, Мензбир и Северцов, Комаров и Мичурин осуществили, наряду с крупнейшими дарвинистами Запада, громадную работу по развитию этого учения и борьбе за него. Подвиг Дарвина и сейчас остается и останется навсегда одним из величайших дел, осуществленных людьми на пути к светлому будущему человечества.

¹⁶ Л а м а р к. Философия зоологии, т. I. Биомедгиз. М.—Л., 1935, стр. 112—113.
¹⁷ К. М а р к с и Ф. Э н г е л ь с. Избранные письма. Госполитиздат, 1953, стр. 121.

¹⁸ Ч. Д а р в и н. Сочинения, т. 3. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1939, стр. 664.

Л. Я. БЛЯХЕР

Ч. ДАРВИН И БРАТЬЯ КОВАЛЕВСКИЕ

Мне ясно, что Вам и Вашему брату предстоит большое будущее, каждому в своей области.

Ч. Д а р в и н

(Из письма к В. О. Ковалевскому 21 мая 1873 г.).

Начиная с 60-х годов XIX в. учение Дарвина привлекало пристальное внимание широкого круга русских естествоиспытателей и просто образованных людей. Большинство из них оно было встречено с энтузиазмом, как «единственный ключ,— по выражению К. А. Тимирязева,— для понимания общего строя органической природы». Среди русских биологов того времени, отдавших свои силы и талант делу пропаганды и дальнейшей разработки дарвинизма, выдающаяся роль принадлежит братьям Ковалевским, Александру Онуфриевичу и Владимиру Онуфриевичу. Своими трудами они убедительно доказывали справедливость дарвиновской эволюционной теории: А. О. Ковалевский (в содружестве с И. И. Мечниковым) — в области эмбриологии, а В. О. Ковалевский — в области палеонтологии. Наиболее авторитетное свидетельство значения их работ для развития эволюционной теории принадлежит самому Дарвину¹.

Хотя значение научной деятельности А. О. и В. О. Ковалевских подтверждено всем последующим прогрессом дарвинизма, до недавнего времени продолжали раздаваться голоса, свидетельствующие о том, что эта деятельность Ковалевских оценена еще не в полной мере. По отношению к А. О. Ковалевскому высказывались сомнения, был ли он дарвинистом с самого начала своей научной работы. Нет единого мнения и о научном мировоззрении В. О. Ковалевского. Некоторые зарубежные и советские палеонтологи находили в его взглядах элементы ламаркизма.

Наличие этих разногласий делает необходимым вновь пересмотреть вопрос об отношении братьев Ковалевских к учению Дарвина.

1

Непосредственное заключение о теоретических взглядах Александра Онуфриевича Ковалевского затрудняется тем обстоятельством, что в своих чрезвычайно богатых фактическим содержанием работах он редко касался общепалеонтологических вопросов и не декларировал своих научных

¹ В книге «Происхождение человека и половой отбор», 1871 (Соч., т. 5, 1953, стр. 268—269) Дарвин высоко оценил значение работ А. О. Ковалевского, показавших родство оболочников с позвоночными. Общая характеристика научной деятельности братьев Ковалевских содержится в письме Дарвина, отрывок из которого приведен в эпиграфе к настоящей статье.

убеждений. Указанная особенность научно-литературного стиля А. О. Ковалевского, имевшая источником его крайнюю научную осторожность и нелюбовь к преждевременным обобщениям, не мешала его современникам быть совершенно единодушными в оценке идейных истоков научного творчества великого эмбриолога².

П. П. Иванов, признавая величайшее значение исследований Ковалевского для эволюционного учения, вместе с тем считал, что «А. О. Ковалевский в начале своей творческой деятельности... был чистым эмбриологом, прямым продолжателем Бэра»³. Более осторожно выражается биограф А. О. Ковалевского В. А. Догель. Он высказывает предположение, что «выбор Ковалевским именно эмбриологии, как предмета своих первых работ, навеян примером и трудами Бэра. Бэр доказал единство общего плана развития (позвоночных). Ковалевский распространил общность плана развития на весь животный мир»⁴. Вместе с тем В. А. Догель заключает свою книгу о Ковалевском словами: «Ковалевский с самого начала становится в ряды приверженцев Дарвина и все свои силы отдает на поддержку и пропаганду эволюционной теории». С этим последним выводом согласен и А. Д. Некрасов⁵, неоднократно подчеркивавший последовательность, с которой А. О. Ковалевский с самого начала своей неутомимой работы в области эмбриологии проводил идею родства всего животного мира. Несколько иную позицию в оценке истоков научного творчества Ковалевского занимает А. Е. Гайсинович⁶. Он не вполне согласен с обеими крайними точками зрения, характеризующими Ковалевского, с одной стороны, как «чистого эмбриолога», продолжателя бэровских традиций, а с другой,— как последовательного дарвиниста с первых шагов работы в области эмбриологии.

При первом посещении Неаполя А. О. Ковалевский поставил своей первоочередной задачей изучение развития ланцетника, которого в то время считали примитивным или деградировавшим позвоночным. Это не мешало Ковалевскому столь же живо интересоваться анатомией загадочного баланоглосса и развитием ряда других морских животных. Совершенно естественно, что молодой натуралист, впервые попавший на побережье Средиземного моря с его богатейшей фауной, не мог не увлечься изучением нескольких объектов одновременно. Гораздо более достойно удивления, что Ковалевский сумел из всего этого разнообразия сразу выбрать такие формы, которые были особенно пригодны для эволюционных выводов: ланцетника, баланоглосса, гребневиков и, наконец, асцидий. Выбор этот никак не может быть объяснен случайностью, а успех Ковалевского — удачей, как склонны думать некоторые авторы, писавшие о его ранних работах. «Сегодня случай, завтра случай,— говорил Суворов,— помилуй бог, дайте сколько-нибудь и ума». На объекты, благоприятные

² Для иллюстрации достаточно привести слова одного из ближайших соратников Ковалевского, известного эмбриолога В. В. Заленского, из его речи на заседании XI съезда русских естествоиспытателей и врачей, посвященном памяти А. О. Ковалевского: «Я с намерением указал на эволюционную теорию, как на главный стимул всей его деятельности... А. О. по характеру своей деятельности был эволюционистом и сделал для теории эволюции столько, сколько не сделал никто из его современников. В этом заключается вся сила его работы и вся слава его научной деятельности» («Дневник XI съезда русских естествоиспытателей и врачей в СПб. 1901/1902», стр. 8—9). Сходным образом писали об А. О. Ковалевском И. И. Мечников, П. Н. Бучинский, В. М. Шимкевич и др.

³ П. П. Иванов. А. О. Ковалевский и значение его эмбриологических работ. «Изв. АН СССР», Отд. биол. наук, 1940, стр. 819—830.

⁴ В. А. Догель. А. О. Ковалевский. Изд-во АН СССР, 1945, стр. 153.

⁵ А. Д. Некрасов. Александр Онуфриевич Ковалевский (К столетию со дня рождения). «Успехи совр. биологии», 1940, т. 13, стр. 537—561.

⁶ А. Е. Гайсинович. А. О. Ковалевский и его роль в возникновении эволюционной эмбриологии в России. «Успехи совр. биологии», 1953, т. 26, стр. 252—274.

для создания сравнительной, эволюционной эмбриологии, Ковалевского паталкивал, конечно, не случай; он шел путем сознательного отбора материала.

Ковалевский считал результаты своей работы по развитию ланцетника «чисто морфологическими»; ни в одном из выводов его диссертации нет прямых указаний на их филогенетическое значение. Следует в этой связи вспомнить, что эмбриологи и сравнительные анатомы 60-х—80-х годов прошлого века вкладывали в термин «морфологическое значение» именно филогенетическое содержание. О том, что основной смысл своей работы о ланцетнике А. О. Ковалевский видел в тех эволюционных выводах, которые из нее следовали, с неопровержимостью свидетельствуют заключительные страницы его диссертации. Изложив свои наблюдения, он мобилизует их для полемики с креационистом Катрфажем и антидарвинистом Келликером. Касаясь вопроса о путях эволюции от примитивных форм к более высокоорганизованному, Ковалевский заявляет с полной определенностью: «Я не вижу причины, почему бы здесь изменения могли происходить иначе, чем это принимал Дарвин, и вследствие других оснований»⁷.

Исходя из сказанного, следует признать, что совсем не «бэровская традиция» сравнительных, типологических исследований является лейтмотивом диссертации Ковалевского; в его первой эмбриологической работе можно усмотреть лишь отголоски того могучего влияния, которое оказали классические труды Бэра на эмбриологию середины прошлого века.

В связи со сказанным следует вспомнить и о первом расхождении во взглядах Мечникова и Ковалевского, которое обнаружилось во время защиты последней магистерской диссертации. Против дарвиниста Ковалевского выступил молодой Мечников, еще не вставший на последовательную эволюционную точку зрения. Расхождение это углубилось с выходом в свет работы Ковалевского, посвященной развитию одиночных асцидий. Ковалевский встретился при этом с явлениями, которые поразили его воображение. «Результаты моих исследований, — писал он, — превзошли мои ожидания, причем сами факты привели к взглядам, которые первоначально показались бы мне совершенно парадоксальными»⁸. Парадоксальным для Ковалевского было не сходство в развитии асцидий и позвоночных, а скорее перевернут в систематике, относившей в те времена асцидий к моллюскам или к червям. Когда факт образования трубчатой нервной системы и хорды у зародышей и личинок асцидий стал несомненным, Ковалевский без колебаний сделал вывод о «полной аналогии образования нервной системы позвоночных и асцидий» и о том, что «можно с полным правом сравнивать как функционально, так и генетически осевой цилиндр хвоста асцидий с *chorda dorsalis Amphioxus*»⁹. Эти существенные эволюционные следствия открывали широкие перспективы, для реализации которых было необходимо обследовать возможно больший круг объектов, проследив повсюду, «как образуется полость тела, пищеварительный канал, нервная система и сосудистая система»¹⁰. Осуществлению этой программы Ковалевский посвятил 20 лет напряженной работы, результаты которой общеизвестны: была создана сравнительная, как ее называл Ковалевский, или эволюционная, как ее более точно следует называть, эмбриология. В ее разработке вскоре активное участие принял и Мечников.

⁷ А. О. Ковалевский. История развития *Amphioxus lanceolatus* или *Branchiostoma lumbricum*. СПб., 1865, 47. стр.

⁸ А. О. Ковалевский. История развития простых асцидий (1866). Избр. работы Л., 1951, стр. 42.

⁹ Там же, стр. 50, 58.

¹⁰ Письмо А. О. Ковалевского к И. И. Мечникову 10 июня 1866 г. «Письма А. О. Ковалевского к И. И. Мечникову». Изд-во АН СССР, 1955, стр. 27.

Методом эволюционной эмбриологии является обнаружение гомологии в процессах развития зародыша, подобно тому, как методом эволюционной сравнительной анатомии служит установление гомологий органов и их систем у сформированных животных. Ковалевский сначала в одиночку и даже преодолевая сопротивление Мечникова, а затем в содружестве с последним описывал процессы развития, в которых обнаруживается гомология¹¹ между животными разных типов. В диссертации о ланцетнике Ковалевский гомологизировал процессы дробления, образование однослойного шарообразного зародыша и двуслойной ресничной личинки. Позднее он установил гомологию в способах возникновения этой двуслойности, описав разные типы гастрюляции, и тем самым сопоставил образование первичных зародышевых листков у разных представителей животного царства. Далее последовало открытие гомологии в закладке среднего зародышевого листка и вторичной полости тела. Идея гомологии зародышевых листков формировалась в сознании Ковалевского в течение нескольких лет по мере накопления материала и получила окончательное выражение в 1871 г. в работах по эмбриологии асцидий, кольчатых червей, щетинкочелюстных и насекомых.

Все направление научной деятельности Ковалевского свидетельствует о том, что в учении о зародышевых листках и их гомологии он отказался от чисто топографических, бэровских представлений в пользу генеалогических — дарвиновских. Он использовал блестящий опыт эмбриологических исследований Бэра и мобилизовал его для целей, диаметрально противоположных тем, которые ставил перед собой Бэр, т. е. не для доказательства теории типов, а для обоснования теории эволюции.

Не раз отмечалось, что Ковалевский на всем протяжении своей деятельности в области эволюционной эмбриологии, а в дальнейшем и эволюционной функциональной морфологии¹² весьма холодно относился к широко распространенному увлечению филогенетическими построениями. Он, как и Мечников, не симпатизировал стремлению Геккеля и его последователей во что бы то ни стало построить родословную животного царства, не останавливаясь перед натяжками и необоснованными домыслами. Законная антипатия серьезных исследователей к таким фантазиям в области науки, которые приводили на память натурфилософские измышления, не может, конечно, расцениваться как отрицательное отношение к самой постановке проблем филогенеза.

Убеждение в великом преобразующем биологическом значении дарвинизма А. О. Ковалевский пронес через всю жизнь. Он считал важным не только работать, следуя эволюционным принципам, но и популяризовать их. Свидетельством последнего служит приводимое ниже в выдержках неопубликованное письмо А. О. Ковалевского к А. П. Богданову¹³.

«Киев, 9 января (1872)»¹⁴.

Многоуважаемый Анатолий Петрович!

Я... все последнее время был непрерывно занят переводом и корректурами новой книги Дарвина «О выражении ощущений у человека и животных».

¹¹ В ранних работах Ковалевский употреблял термин «аналогия», имея в виду гомологию.

¹² Этим термином, а не названным «эволюционная физиология», как иногда делается, следует объединять исследования Ковалевского, посвященные экскреторным органам беспозвоночных.

¹³ Архив АН СССР, ф. 446, оп. 2, № 309, л. 13—14.

¹⁴ Год в письме не проставлен. Его можно восстановить на том основании, что работа Ковалевского по эмбриологии кишечнополостных, о которой идет речь в письме, опубликована в «Изв. Об-ва любит. естеств., антроп. и этногр.» в 1873 г.

Книга эта на днях выйдет и, если позволите, будет немедленно доставлена Вам...

У меня есть в виду, и даже уже давно начата статья о моей поездке на Красное море с описанием Тора, Рас Мухаммеда, Суэца в зоологическом и других отношениях; нечто вроде *Ausflug nach Triest Grube*¹⁵, но только с большим описанием житейской обстановки... *Еще я думал, было бы, быть может, не лишнее составить популярную статью о родстве между позвоночными и беспозвоночными, так как в русской литературе по этому предмету еще ничего не было написано* (курсив наш. — Л. Б.).

Искренне Вас уважающий и вполне преданный

А. Ковалевский.

Следует вспомнить также, что именно А. О. Ковалевский выступил на VII съезде русских естествоиспытателей и врачей с речью, посвященной памяти Дарвина, в которой в немногих прочувствованных словах охарактеризовал великого натуралиста, значение его трудов и отношение к ним со стороны русской науки и передового русского общества: «В начале 1882 г.¹⁶ умер наш общий великий учитель Дарвин, человек, именем и направлением которого проникнуты теперь все науки; всюду проникла идея Дарвина, все явления индивидуальной и общественной жизни стремятся объяснить указанными им законами. Умер Дарвин, далеко не закончив всех своих работ, умер в период почти ежегодного появления новых и новых трудов: результатов его почти 50 лет неуспешной научной деятельности. Теория Дарвина была с особенным сочувствием принята у нас в России. Тогда как в Западной Европе она встретила твердо установленные старые традиции, которые ей пришлось первоначально побороть, у нас ее появление совпало с пробуждением нашего общества после Крымской войны, и она сразу получила права гражданства как в научном, так и в общественном мире и до сих пор пользуется общим сочувствием»¹⁷.

Свидетельство А. О. Ковалевского, что уже в начале 60-х годов дарвинизм получил признание в России, является лучшим подтверждением того, что и сам Ковалевский с начала научной деятельности тоже встал в ряды последователей Дарвина, доказав это всей своей дальнейшей работой.

2

На формирование мировоззрения братьев Ковалевских оказали глубокое влияние те прогрессивные идеологические веяния, которые так характерны для России конца 50-х и начала 60-х годов. Для формирования научных взглядов Владимира Онуфриевича Ковалевского было, кроме того, очень важным общение со старшим братом, который к моменту вступления В. О. Ковалевского на научное поприще был уже убежденным дарвинистом, ученым с мировым именем.

Неудивительно поэтому, что В. О. Ковалевский, приступая к изучению палеонтологии млекопитающих, с самого начала был вооружен передовой биологической теорией, оказавшей революционизирующее влияние на все отрасли науки о живых существах. Личное знакомство с Дарвином, которого В. О. Ковалевский посещал в его уединении в Дауне и с которым неодно-

¹⁵ «Экскурсия в Триест». А. Э. Грубе (1812—1880) — специалист по анатомии, эмбриологии и систематике кольчатых червей. С 1844 по 1856 г. был профессором в Дерптском университете.

¹⁶ В тексте Протоколов опечатка — 1883 г.

¹⁷ Приложение № 4 к «Протоколам VII Съезда русских естествоиспытателей и врачей», Одесса, 1883, стр. 1—2. Сославшись на то, что во всей Европе производится сбор пожертвований на памятник Дарвину, Ковалевский предложил отчислить для этой цели из средств съезда 20 ф. с. (около 200 руб.). Предложение Ковалевского поддержал председатель съезда И. И. Мечников, и оно было принято общим собранием.

кратно обменивался письмами, могло только укрепить убеждение В. О. Ковалевского в справедливости дарвиновской эволюционной теории, основанной на принципе естественного отбора. Преклонение перед величием этой теории выразилось в посвящении Дарвину монографии Ковалевского об антрактерии. В этом посвящении сказано между прочим следующее: «Плодотворное влияние Ваших мудрых идей на все отрасли естественных наук должно было встретить наибольший отклик в палеонтологии и геологии, потому что в пластах земли, таящих угасшие «звенья великой цепи», мы должны были бы искать положительные недвусмысленные доказательства в пользу основанной Вами теории эволюции»¹⁸.

В. О. Ковалевский считал дарвинизм не одной из возможных точек зрения, наряду со старой ламарковской теорией эволюции «путем медленного хотения животных», как ее называл Дарвин, или с современной Ковалевскому гипотезой Зюсса о массовом преобразовании целых фаун, а единственным научным принципом, который может материалистически объяснить закономерную смену органических форм, населяющих Землю. Ковалевский решительно возражал против всяких попыток заменить учение Дарвина как отжившими, так и неудачными новыми концепциями, в частности он возражал против «низведения этого учения со степени научной теории на степень ламарковских предположений»¹⁹. В приведенных словах Ковалевского следует видеть не недооценку исторического значения Ламарка, а убеждение, что для истинного, строго научного объяснения эволюционного процесса пригодно только материалистическое учение Дарвина.

Компетентные исследователи научного творчества В. О. Ковалевского, его биографы А. А. Борисяк²⁰ и Л. Ш. Давиташвили²¹, признают, что Ковалевский был убежденным дарвинистом, хотя и не вполне последовательно отстаивают эту точку зрения.

В. О. Ковалевский считал эволюционный процесс следствием борьбы за существование, вымирания менее приспособленных и, наконец, расхождения («иррадиации») признаков, которое позволяет конкурирующим формам использовать разнообразные условия окружающей среды. В одной из своих работ Ковалевский писал: «Развитие современных животных типов никогда не шло по одной нисходящей линии от древнего типа к современному, но, напротив того, каждый древний тип рассыпался на несколько линий, продолжавших существовать одновременно, подвергаясь в то же время влиянию борьбы за существование, всегда тем сильнее, чем линии находятся в ближайшем (т. е. более близком) родстве между собою»²².

Для выяснения подлинных эволюционных взглядов В. О. Ковалевского следует привести его суждения, на которые иногда неосновательно ссылаются авторы, приписывающие ему ламаркистские воззрения.

«Вращение лучевой кости на локтевой (и плечевой) становилось бесполезным, — писал Ковалевский в диссертации «Остеология *Anchitherium*». — Рука, употребляемая постоянно как орган опоры в *pronatio*, стала приспособляться исключительно для этой цели... Ископаемые формы... доказывают несомненно, что все эти *Ungulata* с неподвижным предплечьем отделились

¹⁸ Цит. по кн.: Л. Ш. Давиташвили. В. О. Ковалевский, изд. 2. Изд-во АН СССР, М., 1951, стр. 147.

¹⁹ В. О. Ковалевский. Палеонтология лошадей. Изд-во АН СССР, 1948, стр. 168.

²⁰ А. А. Борисяк. В. О. Ковалевский. Его жизнь и труды. Изд-во АН СССР. М.—Л. 1928, 134 стр.

²¹ Л. Ш. Давиташвили. В. О. Ковалевский. Изд-во АН СССР (1-е изд. — 1946 г., 2-е изд. — 1951 г.).

²² В. О. Ковалевский. Остеология двух ископаемых видов из группы копытных. «Изв. Об-ва любит. естествозн., антропол., этногр.», 1875, т. 16, стр. 27.

от форм, которые обладали способностью *pronatio* и *supinatio* передней конечности»²³.

Из приведенных слов, разумеется, не следует, что Ковалевский стоял на точке зрения «первичности» функциональных изменений («упражнения органов»). Однако некоторые его комментаторы без всяких оснований видят в словах Ковалевского признание им ведущей роли функции в морфологическом преобразовании органа. Неопределенное выражение «ведущая роль функции» призвано, очевидно, свидетельствовать о том, будто функциональные изменения могут возникать при неизменных форме и структуре органа. Эти утверждения стоят в противоречии с основным принципом материалистической биологии — принципом единства и взаимообусловленности строения органа и его отправления, взаимообусловленности формы и функции. Не подлежит сомнению, что изменения функции, возникшие в измененных условиях существования и обеспечивающие выживание в этих новых условиях, возможны только при одновременном появлении обеспечивающих функцию морфологических изменений. Последние могут быть мало заметными, однако часто обнаруживаются даже на объектах, изучаемых палеонтологами. Ковалевский приводит прекрасный пример, иллюстрирующий сказанное. Речь идет о развитии фасетки на *cs unciiforme*, которая у палеотерия «расположена так косо, что III *metacarpale* только скользит по ней, не имея возможности опереться на нее... Переходя к анхитерия, мы замечаем интересную перемену: фасетка становится менее косою и уже может дать некоторую опору III *metacarpale*». Ковалевский пишет далее, что у гиппариона эта фасетка «гораздо больше и значительно менее косая», III *metacarpale* «начинает уже твердо опираться на *unciiforme*»²⁴.

Усиление давления одной кости, опирающейся на другую, т.е. повышение функции, возможно только в том случае, когда есть на что опираться, т.е. когда одновременно с функцией изменяется и форма кости. Приведенный пример ясно показывает, что приписывать Ковалевскому склонность к ламаркистскому объяснению эволюционного процесса нет решительно никаких оснований.

Относительно блоковидной суставной поверхности нижней головки средней пястной кости у однопалого гиппариона (у трехпалого анхитерия выступ суставной поверхности зачаточен) Ковалевский писал: «Нет сомнения, что это изменение развилось постепенно в целом ряде поколений; ...но каждая особь, у которой выступ нижней головки (средней пястной кости) был выражен резче, имела тем самым преимущество перед другими и все возможные шансы на передачу этого признака своим потомкам»²⁵. «С развитием этого блока и с отделением боковых пальцев от земли все существенные элементы однопалой ноги были выработаны организмом, и переход к лошади совершается постепенно совершенной утратой боковых пальцев, сделавшихся бесполезными»²⁶.

Смысл этих суждений Ковалевского не допускает двух толкований. Упрочение суставов (их блоковидная форма), сделавшее возможным движение в одной вертикальной плоскости, позволило обходиться только средним пальцем, а боковые сделались бесполезными и были уничтожены естественным отбором. В соответствии с этим взглядом Ковалевский нигде не говорит об упражнении как факторе эволюционного преобразования конечностей.

А. А. Борисяк справедливо утверждал, что «по своим взглядам Ковалевский, как и большинство эволюционистов того времени, был правоверный дарвинист... Развитие, по Ковалевскому, никогда не совершалось

²³ В. О. Ковалевский. Палеонтология лошадей..., стр. 183.

²⁴ Там же, стр. 201.

²⁵ Там же, стр. 115.

²⁶ Там же, стр. 211.

по одному только направлению... всегда мы имеем целый пучок ветвей, из которых выживают лишь наиболее приспособленные»²⁷. «...Ковалевский чисто дарвинистически представляет себе изменчивость проявляющуюся по всем возможным направлениям, «все возможности заполняющие кандидатами»²⁸. К сожалению, А. А. Борисяк не расценивает это как величайшую научную заслугу В. О. Ковалевского и замечает, что «для уха современного биолога эти выражения звучат анахронизмом, а самое представление кажется донельзя упрощенным, наивным»²⁹. Прогресс палеонтологии, по мнению Борисяка, связан с возрождением ламаркизма. «Ламаркистское учение, — пишет он, — встретило много сторонников среди видных палеонтологов, готовых признать, что ископаемые остатки дают материал для построения... по одному «предопределенному» направлению развивавшихся ветвей»³⁰.

Нет необходимости подчеркивать, что отход «видных палеонтологов» от дарвинизма знаменует собой не прогресс, а упадок науки, которая должна будет вернуться к принципам дарвинизма, с таким блеском провозглашенным более 80 лет тому назад В. О. Ковалевским.

* * *

Двойной юбилей Ч. Дарвина и его бессмертного учения, отмечаемый в текущем году мировой наукой, является прекрасным поводом к тому, чтобы вместе с Дарвином вспомнить его русских последователей А. О. и В. О. Ковалевских, так много сделавших для утверждения и развития дарвинизма.

Совершенно недостаточно, однако, просто напомнить о громадных научных заслугах братьев Ковалевских. Настоятельно необходимо обновить в памяти подлинное идейное содержание творчества А. О. Ковалевского и В. О. Ковалевского, которое нередко оценивалось неправильно.

Труды братьев Ковалевских, как и их современников — И. И. Мечникова и К. А. Тимирязева — остаются в истории биологии образцом последовательного, бескомпромиссного служения науке, примером творческого применения выдвинутой Ч. Дарвином великой идеи материалистического объяснения эволюции органического мира.

²⁷ А. А. Борисяк. В. О. Ковалевский..., стр. 123.

²⁸ Там же, стр. 125.

²⁹ Там же, стр. 123.

³⁰ Там же, стр. 125.

Д-р МАРИЯ РООСЕБООМ
(Dr. MARIA ROOSEBOOM)

ЛЕВЕНГУК — СЫН СВОЕЙ НАЦИИ И СВОЕГО ВРЕМЕНИ

(Сообщение № 77а Национального музея истории естествознания,
Лейден—Голландия¹)

О Левенгуке написано много. И все же, хотя письма Левенгука, известные своей искренностью, дают автопортрет более увлекательный, чем многие специально написанные биографии, образ, построенный на основании их большинством авторов, кажется мне не вполне удовлетворительным.

Трудолюбию, настойчивости и удивительной точности, которые Левенгук сочетал с совершенно исключительной способностью наблюдения, всегда уделялось должное внимание. Приоритет его многочисленных открытий справедливо подтверждался. Хорошо известно, далее, что это был человек независимого образа мыслей. Ни деньги, ни похвалы не оказывали на него влияния. Он оставался простым и скромным, сохраняя чувство собственного достоинства. Вполне цельная натура, до мелочности честный и искренний во всех проявлениях своего характера, он раскрывает в письмах перед нами много второстепенных черт своей личности и своей жизни. Но даже столь признанные биографы Левенгука, как Хааксман, Добелл и Ширбеек², не могут во всех отношениях удовлетворить нас в вопросе о социальных и философских влияниях, воздействовавших на Левенгука.

Оставляя в стороне многие другие интересные моменты, я хотела бы обсудить здесь только два вопроса: а) в какой мере специфические условия в

¹ Настоящая статья д-ра М. Роосебоом, директора Национального музея истории естествознания в Лейдене, была первоначально опубликована (в качестве сообщения № 77 Музея) в 1950 г. в «Bulletin of the British Society for the History of Science» (vol. 1, № 4, p. 79—85). По просьбе редакции сборника «Вопросы истории естествознания и техники» д-р М. Роосебоом любезно предоставила нам право напечатать перевод ее статьи, причем специально для этого перевода внесла ряд исправлений в текст статьи и дополнила ее на основании данных, обнаруженных после 1950 г., несколькими новыми примечаниями (эти примечания отмечены датой [1958]). — *Ред.*

² P. J. H a a x m a n. Antony van Leeuwenhoek. De ontdekker der Infusorien, 1675—1875. Leiden, 1875.

Cl. D o b e l l. Antony van Leeuwenhoek and his «Little Animals». London, 1932.
A. S c h i e r b e e k. Leven en werken van Antony van Leeuwenhoek. «Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde», 1932, p. 76.

A. S c h i e r b e e k. Antony van Leeuwenhoek, zijn leven en zijn werken. 2 vols. Lochem, 1950—1951 [1958].

Голландии во второй половине XVII в. содействовали успеху Левенгука, и б) в какой мере старинные теоретические представления повлияли на общее направление его исследований? Комиссия голландских ученых, предпринявших комментированное издание всех писем Левенгука³, гораздо более компетентна для выяснения этих вопросов, однако я хотела бы представить здесь некоторые свои личные взгляды.

Главные факты жизни Левенгука, лишенной в сущности каких-либо событий, можно изложить в немногих словах. Антони ван-Левенгук родился в г. Дельфте 4 ноября 1632 г. в семье корзинщика и был крещен в реформированной протестантской церкви. После смерти отца и второго брака его матери, когда Антони было только пять лет, его отдали в школу. В 1648 г. его послали в Амстердам, где он начал обучаться торговому делу у одного купца⁴. Закончив вскоре курс обучения, он получил у какого-то другого купца должность бухгалтера и кассира⁵. Через шесть лет он вернулся в Дельфт. В том же году он женился и открыл мануфактурную и галантерейную лавку, но о его торговых делах мало что известно. Через пять лет после смерти своей первой жены он женился вторично (в 1671 г.). Его вторая жена умерла в 1694 г., оставив Левенгука в возрасте 61 года на попечении его единственной оставшейся в живых дочери Марии. В 1660 г. он был назначен «управляющим палатой» (залом заседаний) городских советников Дельфта. За этим последовали и другие должности: «инспектора по городским землям» (с 1669 г.), «муниципального дегустатора вин» (с 1679 г.) и главного окружного управляющего г. Дельфта (с 1677 г.).

Неизвестно, когда Левенгук начал производить наблюдения при помощи своих микроскопов. Единственный несомненный факт, которым мы располагаем, — это, что его первые наблюдения, представленные Лондонскому Королевскому обществу Реньером де-Граафом, известным дельфтским врачом и анатомом, датированы 1673 г. Они положили начало непрерывному потоку писем в Королевское общество и к другим корреспондентам. Это продолжалось в течение 50 лет, вплоть до смерти Левенгука в 1723 г. Королевское общество избрало его своим членом в 1680 г., Французская Академия наук — своим членом-корреспондентом в 1699 г.

Все микроскопические исследования Левенгука были осуществлены при помощи им самим изготовленных простых микроскопов. Они были небольшого размера и очень примитивной конструкции. Снабженные линзами, которые Левенгук сам шлифовал, они не имели, однако, в те времена, равных себе. Большое число их (свыше 270) было продано на публичном аукционе в 1747 г., через два года после смерти его дочери Марии.

Рассмотрим историческую обстановку в Голландии в эпоху Левенгука. Провинция Голландия, которая явилась началом и впоследствии ядром Республики, была освобождена из-под власти испанцев около 1580 г. Через 15 лет Республика была признана упрочившимся государством Англией и Францией (Тройственный союз, 1596). Вместе с испанским господством был изгнан абсолютизм. Новый правящий класс — высшая и средняя буржуазия, — получивший в нашей стране название «регентов», взял на себя управ-

³ The Collected Letters of A. van Leeuwenhoek, vols. I—V. Amsterdam, 1939, 1941, 1948, 1952, 1957.

⁴ Весьма вероятно, что это был торговец шерстью П. М. Духи (Pieter Mauritsz Douchy) — близкий родственник матери Левенгука, как это удалось установить в Амстердамском городском архиве. См. W. H. v a n S e t e r s. Leeuwenhoek's afkomst en jeugd. Biol. Jaarboek Dodonaea (Gent), 1952, vol. XIX, p. 123—184 [1958].

⁵ Ван-Сетерс (см. примеч. 4) выяснил, что в 1653 г. Левенгук занимал должность бухгалтера у одного богатого шотландского купца в Амстердаме — Вильяма Дэвидсона. В указанном году Дэвидсон предоставил Левенгуку некоторые полномочия на ведение финансовых дел от его имени. [1958].

ление городами. Он создал в высшей степени децентрализованную систему управления.

Ряд обстоятельств, как национальных, так и международных, способствовал поразительно быстрому росту Соединенных Провинций. В западных провинциях национальная жизнь почти целиком концентрировалась в городах. Консервативное наследие средневековья было незначительным по своему объему и глубине. Это, быть может, наиболее характерная особенность, отличавшая Голландию от других стран. Деревенское население было малочисленным; земельная аристократия представляла собой незначительный по своему влиянию общественный фактор. Светская власть римской католической церкви была мала. Протестантизм был ослаблен внутренними раздорами. Хотя реформированная церковь и добилась значительных успехов в своем стремлении получить признание в качестве государственной церкви, но успехи эти долго оставались скорее формальными и никогда не были полностью реализованы благодаря известному гибкому противодействию со стороны регентов. В городах гильдии не обнаруживали, как правило, тенденции к расширению сферы своей деятельности. Наряду с этими старыми формами, новые силы, в особенности мощные промышленность и торговля, а также банковское дело, получили возможность развития на новой капиталистической основе.

Таким образом, регенты сумели захватить в свои руки власть в очень сильной и прочной форме.

В международном плане новый правящий класс Голландии также получил возможность беспрепятственного развития. Мореплавание, колонизация и международная торговля встречали незначительную конкуренцию. Мощь Испании клонилась к упадку, Франция была занята окончательным уничтожением ее. Англия в первой половине XVII в. еще не стала серьезным соперником. Германия жестоко страдала от Тридцатилетней войны. Голландские регенты, используя свое положение инициаторов и благоприятное географическое расположение своей страны, установили опорные пункты во всем мире, накапливая богатство и силу.

Культурная жизнь по большей части процветала в домах богатых купцов. Художники, ученые и философы встречались друг с другом в домах этого правящего купеческого класса. Не существовало никакого королевского двора, да и знать не создала центров большого культурного значения. Это проявляется в характере голландского искусства. Архитектура ограничивала поле своей деятельности официальными зданиями, по большей части среднего размера, и частными домами. Скульптура почти не существовала. Голландское искусство — как живопись, так и литература — обнаруживает насквозь буржуазный характер и вкус, например, Франс Гальс (1580—1666), Адриан Брувер (1605—1638), Адриан ван-Остаде (1610—1685), Ян Степ (1626—1679), Питер де-Гох (1629—1683), Ян Вермеер (1632—1675), Катс (1577—1660), Гофт (1581—1647), Бредеро (1585—1618) и Константин Гюйгенс (1596—1687). В живописи это становится очевидным не только в выборе объектов, но и в малых размерах картин. Ибо большинство из них приобреталось для частных домов, причем целью часто являлось вложение капитала.

Такое положение не могло удержаться надолго. В середине XVII в. международная конкуренция, особенно со стороны Англии, начала ограничивать развитие Голландии. В колониальной империи появляются бреши: утрачиваются Бразилия, Новый Амстердам⁶ и пр. Период неограниченной экспансии и невозбранной мощи проходит. Правя-

⁶ Впоследствии переименованный в Нью-Йорк [1958].

щий класс был вынужден теперь консолидировать свое положение. Он все более и более замыкается в самом себе, удерживая за собой завоеванные блага и привилегии. Социальные перегородки расширяются, и проявляются первые признаки nepотизма, сначала, правда, без нарушения социального мира. Национализм также ослабевает. Высший класс начинает объединяться с правящими классами других наций все в большей мере, предпочитая это связям с низшими классами своей собственной страны. Во второй половине XVII в. архитектура и литература все более подпадают под влияние Франции, даже языком аристократии становится французский язык. В живописи, этом наиболее национальном виде голландского искусства, вдохновенный период резко обрывается. После середины XVII в. не появляется ни одного подлинно великого голландского художника. Засыхает и кровь поэзии. Наиболее творческий период миновал.

Мне кажется, что наши сведения о Левенгукке очень хорошо укладываются в рамки этой картины. Мы ничего не знаем о социальном положении его отца-корзинщика. Мать его происходила из семьи пивоваров⁷, члены которой долго удерживали посты в городском совете. Антони был подготовлен к занятию торговлей — воспитание, которое в первой половине XVII в. обычно влекло за собой хорошее будущее. Немногие данные, которыми мы располагаем о первых годах его жизни в Дельфте, свидетельствуют, по-видимому, что он не был богат. Когда Левенгук поселился здесь в 1654 г., он приобрел, правда, хорошо расположенный на канале Hippolytusbuurt дом за 5 тыс. гульденов, но он подписал закладную на 80%. Насколько нам известно, его мануфактурная лавка была розничным предприятием. Оба его брака (1654 и 1671) связали его с влиятельными семьями: его первая жена происходила из семьи торговца мануфактурой, вторая была дочерью священника. Таким образом, в то время, когда Левенгук начал сообщать свои наблюдения Королевскому обществу (1673), он определенно принадлежал к группе, которая обладала прочным влиянием на городское управление.

Между тем, обрисованное выше изменение в общем положении нации начало оформляться. Большинство из назначений Левенгукке следует рассматривать как выражение этого изменения (управляющий палатой городских советников⁸, муниципальный дегустатор вин, главный окружной управляющий). Все эти назначения произошли между 1660—1679 гг. Вероятно, именно тогда Левенгук закрыл свою мануфактурную лавку. Данные о том, что он занимался торговлей мануфактурой, относятся только к 1658—1660 гг. В своих письмах он ни разу не делает даже намека на это свое занятие.

Характер его муниципальных должностей не вполне ясен. По временам он жалуется на то, что многочисленные обязанности мешают его исследованиям, но по крайней мере его должность окружного управляющего определена была sinecурой. Более того, после оставления им должности управляющего палатой в 1699 г. он продолжал получать жалованье без всяких удержаний. После 1705 г. официально назначенный помощник фактически выполнял работу по дегустации вин, между тем как весь доход от этого получал Левенгук. Эти факты делают вполне вероятным, что Левенгук пользовался поддержкой магистрата и, по крайней мере

⁷ Ван-Сетере (см. примеч. 4) приводит многочисленные данные об этой семье, в составе которой были также торговцы мануфактурой, купцы, военный чиновник, должностные лица городского управления [1958].

⁸ Левенгук сменил в этой должности Яна Стрика (умершего в 1672 г.), который занимал ее в течение ряда лет до 1660 г. Жена Стрика была племянницей матери Левенгукки. Представляется вероятным, что это семейное родство осталось без влияния на назначение Левенгукки [1958].

в последние годы, имел доходные синекуры. Мы нигде не находим ни единого слова о каких-либо поручениях ему как инспектору по городским землям. Мы получаем, таким образом, определенное впечатление, что Левенгук мог посвящать значительную часть своего времени микроскопии.

Его финансовое положение, очевидно, неизменно улучшалось. От семьи своей первой жены он унаследовал дом. В 1666 г. он приобрел сад за чертой города. В 1681 г. у него была лошадь. Более того, мы знаем, что в 1679 и 1690 гг. он, а затем после кончины Левенгука его дочь были обложены налогом на довольно значительную сумму. Обнаружение завещаний и инвентарных описей имущества Левенгука и имущества его дочери Марии⁹ положило конец трогательной легенде о том, что Левенгук был нищим подвижником науки. После смерти Марии в 1745 г. их общее наследство превысило 90 тыс. гульденов — сумма по тем временам очень значительная¹⁰.

Несмотря, однако, на то, что Левенгук явно принадлежал к правящему классу и пользовался его привилегиями, он в социальном и духовном отношениях не следовал за своим классом в полной мере.

В характере его мышления можно заметить очень мало перемен на протяжении 50 лет его исследовательской деятельности. Из его писем явствует, что он обладал многими характерными чертами голландца: простотой, соединенной с отчетливым чувством своего достоинства; солидностью и здравым смыслом, но отсутствием творческого воображения; прозаичностью с некоторой долей банальности; нравственным равновесием, но отсутствием эмоциональности. Помимо всего, он был твердо убежден в реальности мира, в котором мы существуем. Исключительно выдающейся является и его абсолютная честность. Он редко впадал в раздражение, но когда его добросовестность подвергалась сомнению, он приходил в ярость.

Честность его доказывается не только характером обязанностей, которые возлагались на него, но и всем его научным творчеством. Хотя у него были некоторые изложенные теории, он редко поддавался соблазну приспособить к ним факты, которые противоречили им. Когда, например, он не мог обнаружить кровеносных капилляров у краба (наблюдение совершенно точное), он оставил вопрос открытым, хотя это и не удовлетворяло его. Ибо, по его мнению, *каждое* животное должно иметь их, поскольку *некоторые* животные имеют их. Он был твердо убежден, что бог создал мир по своему плану и что все животные были построены более или менее по одной и той же схеме.

Часто заявляли, что Левенгуку приходилось испытывать трудности из-за отсутствия научного образования и незнания иностранных языков. Конечно, его теоретическая подготовка была бедна, и нам известно, что его корреспонденты редко интересовались его мнением по теоретическим вопросам. Ученый мир восхищался им и ценил его главным образом за способность к наблюдениям и обращался к нему прежде всего с просьбой ознакомить ученых с его дальнейшими наблюдениями. Некоторые культурные люди говорили о нем, по крайней мере в первые годы, с известной снисходительностью. Так, Константин Гюйгенс старший писал следующее своему сыну Христиану о «нашем буржуазном философе из

⁹ P. B e y d a l s, Twee testamenten van Antoni van Leeuwenhoek. Nederl. Tijdschr. v. Geneeskunde, Bd. 77, 1933, p. 1021—1033.

¹⁰ Вполне вероятно, что в действительности состояние это было значительно больше, ибо в те времена было в обычае для избежания больших налогов на имущество официально оценивать его возможно меньшей цифрой [1958].

Дельфта»: «Вы видите, как этому добряку Левенгуку не надоедает копаться всюду, куда только может добраться его микроскопия¹¹; если бы многие другие более ученые мужи пожелали взять на себя такой же труд, открытие превосходных вещей тотчас далеко пошло бы»¹².

Тем не менее недостаток научного образования, вообще говоря, не являлся препятствием для Левенгука. В некоторых отношениях он повлек за собой и преимущества. Он оставил его ум менее обремененным предрассудками и установившимися теориями и более свободным для принятия заключений, непосредственно вытекавших из наблюдений¹³. Многие ученые XVII в. все еще настолько оставались в плену традиционных авторитетов, что, например, лейденские профессора Геурниус и Валькенбург, как говорят, прокалывали иглой сердечную перегородку, чтобы получить возможность продемонстрировать своим студентам движение крови в соответствии с воззрениями Галена¹⁴.

Нетрудно понять видимое пренебрежение Левенгука к книжной учености. Он пишет: «некоторый автор [приходится пожалеть, что Левенгук столь часто не называет имени автора или посетителя, на которых он намекает] опубликовал книжку, в которой он перечисляет 70 авторов, писавших, что все поколения как у человека, так и у животных заключены в яйце». Так как этот неназванный автор приводит цитаты, не сообщая каких-либо новых наблюдений или доказательств, Левенгук относится к его материалам весьма сдержанно, отмечая, что этот автор «доказывает только то, что он перечитал целую кучу книг и многое «запомнил» по данному вопросу (письмо № 45 от 30 марта 1685 г.). Очевидно, что непроверенные утверждения прежних авторов Левенгук считал недоказательными. Доказательным является одно только наблюдение. Таким образом, пробел в чтении привел его к новым методам.

Но как бы Левенгук ни пытался не поддаваться предвзятым представлениям и как бы энергично ни применял новые методы эксперимента и подсчета, он, естественно, мыслил в духе своего времени. Во многих вопросах философии, естествознания и даже в обычных представлениях о жизни и физиологии влияние Аристотеля все еще оставалось господствующим. Мы отчетливо видим это в представлениях Левенгука о порождении потомства. Открытие быстро движущихся сперматозоидов сильно повлияло на его воображение. И это тем более, что, согласно Аристотелю, передвижение, вызываемое «животными духами», является наиболее характерной особенностью животной жизни, так что термины «живой» и «движущийся» идентичны.

В глазах Левенгука эта идентичность была настолько еще реальна, что он не только пользовался словом «живой» вместо «движущийся», но и словом «мертвый» вместо «неподвижный» (см. письмо № 38 от 16 июля 1683 г.): «Но не должно представлять себе, что все маленькие животные [=сперматозоиды] в молоках трески живут [!] в одно и то же время, но только те, которые лежат близ выхода, живут [!]. Это потому, что последние находятся в значительно большем количестве жидкости, между тем как другие, которые еще мертвы [!], образуют с жидкостью, в которой они лежат, густую массу вещества. Ибо, поскольку треска выделяет икру в течение целого месяца, то и мужское семя также постепенно становится способным [к оплодотворению], и также, я думаю, это происходит в

¹¹ В XVII—XVIII вв. в иностранной и русской литературе нередко пользовались женской формой слова «микроскоп»: «микроскопия». — *Ред.*

¹² «Oeuvres complètes de Christiaan Huygens», vol. VIII, p. 159 (письмо от 4 мая 1679 г.).

¹³ См. также цитату из Моллине, приводимую Добеллом на стр. 17 его работы о Левенгуке (см. выше примеч. 2) [1958].

¹⁴ I. v a n D i e m e r b r o e c k. Opera omnia, II, 1685.

мужском семени лягушки, так что по этим причинам маленькие животные в семени вначале, когда я увидел их в первый раз, были мертвы [1], и поэтому же многие другие, которые лежат дальше от выхода из семенника, мертвы» [1]¹⁵.

Легко понять, что Левенгук, видя оживленно движущихся сперматозоидов, сразу же должен был прийти к убеждению, что они и являются существенным элементом в процессе порождения потомства у животных. Ведь они представляют животный [=движущийся] принцип. Самка, согласно его точке зрения, не может иметь никакой другой функции, как одно только вскармливание и вынашивание сперматозоида. В письме № 45 (от 30 марта 1685 г.) он высказал свой ход мыслей по этому вопросу следующим образом: «Для каждого — я не сомневаюсь в этом — представляется неопровержимым, что любое создание, как бы мало оно ни было, находясь в матке и получая здесь пищу, наделено жизненным духом. Раз это установлено, то, действительно, в тысячу раз более вероятно, что жизненный дух, который находится в анималькуле мужского семени, в нем и остается и что этот анималькуль лишь изменяется в своей форме, чем то, что жизненный дух должен переходить в другое тело». «Я утверждаю также, — продолжает он, — что жизненный дух, который находится в анималькуле, происходящем из семени петуха, не переходит в части яйца, а что части яйца переходят в живой анималькуль, происходящий из семени петуха, и, таким образом, яйцо курицы служит только для поддержания и увеличения петушиного анималькуля, который одушевлен жизненным духом».

Вынужденный ответить на вопрос о функции яичников самок, Левенгук заявлял, что они представляют собой всего лишь украшение и не более полезны для порождения животных, чем соски самцов. Эта концепция, по которой порождение потомства обуславливается исключительно сперматозоидами, имела далеко идущие последствия. Основываясь на ней, Левенгук пришел к заключению, что самопроизвольное зарождение не может иметь места. Значительная часть его жизни была посвящена собиранию доказательств против идеи самопроизвольного зарождения и борьбе с ней.

Вообще Левенгук считал виды неизменными, хотя допускал, что скрещивание может произвести особей, промежуточных между видами. Он полагал, что пища, доставляемая самкой и дающая сперматозонду возможность развиваться, оказывает известное влияние на внешний вид потомства. Он отваживался предположить, что если бы удалось привить зачаток побега грецкого ореха на каштан, то из последнего выросли бы неизвестное дерево и плод (письмо № 46 от 14 июля 1685 г.). Неясно, как он согласовал это предположение со своим убеждением в том, что все организмы происходят прямо и в неизменном виде от видов, сотворенных в начале времен. Левенгук определенно не был последовательным мыслителем, и, быть может, это предположение — одна из спекуляций, которую он и сам не принимал всерьез.

Другим следствием развитых Левенгуком представлений об анималькулях была его приверженность к теории преформизма, которая широко поддерживалась в его время. Он считал, что все структуры и органы взрослого человека предсуществуют во вполне сформированном виде в зародыше животного. С одной стороны, несомненно то, что Левенгук решительно выступал против таких авторов, как Далемпатуус (Франсуа Плантад);

¹⁵ То обстоятельство, что Левенгук пользуется выражением «еще мертвы», тем более замечательно, что он был решительным противником учения о самопроизвольном зарождении и, следовательно, считал, что живое вещество не может возникать из безжизненной материи. [1958].

который изображал сперматозоид с заключенным внутри него вполне развитым гомункулусом — миниатюрным созданием, вполне похожим по своей форме на взрослого человека (письмо № 116 от 9 июня 1699 г.). Но, с другой стороны, он не переставал утверждать (он упоминает об этом на протяжении всей своей жизни), что он видел два морфологически различных рода сперматозоидов, которые, как он полагал, представляют собой соответственно будущих самца и самку.

Более того, он был убежден, что невидимые для него «отличительные черты» взрослого представлены у сперматозоида. Это отчетливо характеризует его как преформиста. Но он сильно сомневался в том, будет ли человек когда-либо в состоянии увидеть в сперматозонде формы человека. Здесь очевиден его религиозный трепет перед тайнами божественного творения. Однако во многих других местах сочинений Левенгука преформизм его выражен не столь отчетливо. Он часто говорит, что различные части зародыша *формируются* в курином яйце, и ему очень хорошо известно, что не все органы формируются в одно и то же время. В вопросе о преформизме он явно не чувствовал потребности в хорошо сформулированной общей теории.

Можно было бы гораздо больше сказать о всей системе представлений Левенгука о зарождении. Партеогенез и увеличение числа сперматозоидов в семенниках входят в состав этих представлений. Однако у меня не было намерения рассмотреть здесь этот вопрос исчерпывающе. Я воспользовалась им лишь как примером, позволяющим лучше понять те силы, под действием которых находился Левенгук. Теории, возвращающие нас к классической древности, в соединении с открытием сперматозоидов, которое стало возможным благодаря введению микроскопа, привели его к далеко идущим заключениям, оказавшим глубокое воздействие на представления его времени.

Общественные условия, в которых он жил, дали ему возможность свободно осуществить свои исследования и представить их ученому миру. Однако он никогда не достиг бы такой высоты в исследовании и такой славы, если бы счастливая удача не привела его в контакт с молодым Королевским обществом, которое активно устанавливало связи с учеными всей Европы и энергично собирало сведения о природе. Оно публиковало его открытия и привлекло внимание всего мира к его работе. Оно помогло ему установить связь с другими учеными и содействовало его исследованиям своими советами и критикой. Оно содействовало превращению его из любителя-одиночки в почитаемого исследователя, связанного со всем миром. Он никогда не устал признавать, что эта связь с Королевским обществом сыграла в его жизни величайшую роль. Поэтому, отдавая Левенгуку должное, мы должны повторить простые и волнующие слова, с которыми он обратился к Королевскому обществу, когда ему было 85 лет и он думал, что конец его близок (письмо XLVI от 2 ноября 1717 г.): «Итак, я шлю Вам с этим посланием мою глубокую благодарность за то, что Вы так хорошо относились ко мне и, без моего ведома, избрали меня в 1679 г. членом Вашей Уважаемой Коллегии Королевского общества».

(Перевел с английского С. Л. Соболев.)

И. Я. КОНФЕДЕРАТОВ

МАШИНА

(Опыт определения, классификации и периодизации)

За последнее время в истории техники все больше и больше возникает потребность в обобщающих исследованиях. Крайне разнообразная и насыщенная фактами картина развития техники ставит вопрос о широком ее опосредствовании и объяснении на основе марксистской науки. В связи с этим приобретают особое значение исследования, направленные на разработку научных определений, на классификацию и периодизацию обширного фактического материала.

Перечисленные направления исследования представляется целесообразным применить к изучению одного из самых существенных элементов техники — машины.

Чем располагает современная наука в данной области?

Определение понятия «машина», существующее в настоящее время, не удовлетворяет современному фактическому положению в технике с ее необычайно разросшимся машиностроением и по своей сущности принципиально не отличается от определения, данного Ф. Рело еще в 1875 г.: «Машина есть искусственное сооружение, служащее для того, чтобы заставить силы природы работать для наших нужд вполне определенным образом, при совершении движений, заранее вполне определенных и обусловленных исключительно устройством самой машины, но не зависящих совершенно от передаваемых машине сил»¹.

Современное определение понятия «машина» сводится к следующему: «Машина (лат. *maquina*, от греч. *μηχανή* — орудие, машина) — механизм или сочетание механизмов, осуществляющие определенные целесообразные движения для преобразования энергии или производства работы»².

В этой формулировке заключены два совершенно неприемлемых тождества (машина-механизм и машина-орудие). Здесь, как и в определении Рело, сущность машины характеризуется «определенными движениями», отличающими машину от живого исполнителя работы с его неопределенными движениями. Однако, различая форму движения живого и неживого двигателя, оба определения сохраняют одну и ту же сущность: это механическое молярное движение, описываемое классической, дореволюционной механикой И. Ньютона.

¹ F. Reuleaux. Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens. Berlin, 1875, S. 38.

² БСЭ, т. 26, изд. 2, стр. 559.

В этом отношении все определения машины, от данного Витрувием и его современниками и до нашего времени, не претерпели никакого изменения. Развитие определения за всю историю техники заключалось в увеличении объема понятия «машина» в части, относящейся к ее назначению, без изменения сущности этого понятия. У Витрувия это — подъем тяжестей, у всех авторов от Витрувия до Рело — «выигрыш в силе»; у Рело — использование «сил природы», в БСЭ — «преобразование энергии, производство работы». Механическая сущность сохранена. Современный аккумулятор (преобразование электрической и химической энергии), электропечь (преобразование электрической энергии в теплоту) и подобные им технические объекты, несмотря на наличие «преобразования энергии», в состав понятия «машина» не включаются, поскольку в них отсутствует механическая энергия, работа.

Это значит, что из всех видов движения, освоенного современной техникой, — механического, молекулярного, ионного, атомного, электронного — и осваиваемого движения других элементарных частиц атома понятие «машина» в своем современном состоянии ограничивается признанием только одного вида движения: механического.

Возникает вопрос: как быть дальше? Или решить раз и навсегда, что понятие «машина» будет применяться только к техническим объектам с «определенными механическими движениями» и этим самым исключить возможность дальнейшего развития этого понятия, или расширить понятие «машина», приблизив его к современному фактическому состоянию, как это и делалось в течение длительного времени за счет расширения понятия от «выигрыша в силе» (система рычагов) до «преобразования энергии» (двигатели).

Таким образом, современное состояние определения понятия «машина» не может удовлетворить историков техники.

Как обстоит дело с классификацией машин?

Обратимся снова к БСЭ. Здесь дается следующая классификация машин: машины-двигатели (с подразделением на первичные и вторичные) и рабочие машины (с подразделением на технологические и транспортные). Кроме этого, некоторые технологические машины, а именно, выполняющие, кроме рабочих ходов, и холостые, определяются как машины автоматические.

Приведенная классификация машин также не удовлетворяет историков техники.

Прежде всего возникает вопрос о том, является ли обоснованным в этой классификации безоговорочное исключение среднего звена определения К. Маркса: «Всякая развитая совокупность машин [entwickelte Maschinerie] состоит из трех существенно различных частей: машины-двигатели, передаточного механизма, наконец машины-орудия, или рабочей машины»³. Ведь «передаточный механизм» в современной технике развит настолько (гидропередача, гидропривод, электропередача, электропривод), что включает в себя технические объекты, входящие в состав определения БСЭ, как, например, двигатели.

Далее, почему рассматриваемая классификация ограничивает автоматизацию исключительно технологическими машинами, исходя из частного свойства таких машин иметь рабочий и холостой ходы, тогда как практика машиностроения раньше всего показала полную автоматизацию в области энергетических машин?

Кроме того, следует ли распространять классификацию на стихийно

³ К. Маркс. Капитал, т. I. Госполитиздат, 1955, стр. 378—379.

названные машинами счетно-решающие устройства, машины, выполняющие ряд логических функций?

Таким образом, можно констатировать, что и в области классификации дело пока обстоит неудовлетворительно.

Работа, проводимая в СССР в данном направлении исследователями, занимающимися общей теорией машин, пока еще не закончена. Итоги этой работы будут весьма полезны для историков техники. Вместе с тем можно полагать, что определение машин и их классификация, исходящие из структурных характеристик машин, вряд ли смогут внести в понимание исторического процесса возникновения и развития машин ту ясность, которая, как нам представляется, может быть внесена наиболее общими определением и классификацией, исходящими из генезиса машин.

Как обстоит дело с периодизацией развития машин?

Здесь мы располагаем известной краткой периодизацией К. Маркса: «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»⁴.

Отметив тот факт, что Маркс прежде всего относит автоматику к энергетическим машинам (двигатель), укажем на полное отсутствие исследований, посвященных разработке периодизации развития машины на основе приведенной формулировки К. Маркса.

Периодизация развития машин не разработана.

Так обстоит дело с определением, классификацией и периодизацией самого главного, самого существенного объекта техники. Неудовлетворительное состояние рассматриваемого вопроса затрудняет исследование процесса развития машин и его движущих сил, выявление количественных изменений и качественных скачков исторического процесса исключительной значимости.

Для решения проблемы (определения, классификации и периодизации машин) представляется целесообразным найти ее основное звено, и в этом отношении большую помощь исследователю дает ряд определений Маркса.

Обратимся к ним.

«Итак, рабочая машина — это такой механизм, который, получив ответственное движение, совершает своими орудиями те самые операции, которые раньше рабочий совершал подобными же орудиями»⁵.

Основное в приведенном определении — замена рабочего машиной.

О замене Маркс говорит и непосредственно:

«Машина, от которой исходит промышленная революция, заменяет рабочего, действующего одновременно только одним орудием, таким механизмом, который разом оперирует массой одинаковых или однородных орудий и приводится в действие одной двигательной силой, какова бы ни была форма последней»⁶.

Слова Маркса «машина... заменяет рабочего» следует понимать только как передачу машине выполнения тех или иных производственных функций, ранее выполнявшихся рабочим, но не как невозможную полную замену машиной творческой личности человека. Далее, в связи с высказываниями в буржуазной литературе о том, что с передачей машине функций работника к ней перейдет и способность создавать прибавочную стоимость,

⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. т. 4, изд. 2. Госполитиздат, 1955, стр. 156.

⁵ К. Маркс. Капитал, т. I, гл. XIII. Госполитиздат, 1955, стр. 379—380.

⁶ Там же, стр. 381—382.

следует напомнить, что вне сферы применения рабочей силы как товара, имеющего свойство создавать большую стоимость, чем стоимость самой рабочей силы, понятие «прибавочная стоимость» неприменимо.

В приведенном определении Маркса дана не только констатация замены, но и цель ее, сводящаяся, очевидно, к повышению производительности труда.

Помимо возможности работать многими орудиями, увеличение производительности труда при замене рабочего машиной может быть осуществлено использованием энергии неорганической природы, о чем четко говорит Маркс: «Выступая в виде машины, средство труда приобретает такую материальную форму существования, которая обуславливает замену человеческой силы силами природы и эмпирических рутинных приемов — сознательным применением естествознания»⁷.

О механическом суппорте металлообрабатывающих станков: Маркс писал: «Это механическое приспособление заменяет не какое-либо особенное орудие, а самую человеческую руку, которая создает определенную форму, приближая, прилагая острей режущего инструмента к материалу труда или направляя его на материал труда, напр. на железо»⁸.

Не упоминая термина «замена», но подразумевая именно замену, писал Маркс о сущности машинного производства: «Машина выполняет все те различные операции, которые ремесленник исполнял своим орудием, напр. ткач при помощи своего ткацкого станка...»⁹.

Последнее высказывание ценно тем, что в нем Маркс вместо общей формулировки о замене работника машиной раскрывает существо этой замены, заключающееся в «выполнении различных операций».

Итак, все приведенные выше высказывания Маркса совершенно отчетливо раскрывают назначение машины. А в определении всего создаваемого в процессе труда, в отличие от описания явлений природы, решающая роль принадлежит именно назначению определяемого объекта.

Действительно, если взять определение средств труда, данное Марксом, то решающая роль назначения в определении станет совершенно очевидной.

«Средство труда, — писал Маркс, — есть вещь или комплекс вещей, которые рабочий помещает между собою и предметом труда и которые служат для него в качестве проводника его воздействий на этот предмет»¹⁰.

Здесь головная часть определения «вещь или комплекс вещей» применима к любому объекту рассмотрения и без дополнения служить определением не может. А смысл дополнения, являющийся основой определения, сводится к назначению, выделяющему данные «вещи или комплексы вещей» из числа других.

Из цитированных выше слов Маркса совершенно отчетливо видно назначение машины: машина служит для замены человека в процессе труда с целью увеличения его производительности.

Эта замена заключается в том, что машина выполняет операции, которые ранее делал человек.

Таким образом, можно сказать, что машина служит для выполнения трудовых операций человека с целью увеличения производительности его труда.

Дальнейшее уточнение и углубление вопроса теперь может идти по линии анализа трудовых операций, передаваемых машине. Вопрос о

⁷ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 392.

⁸ Там же, стр. 391.

⁹ Там же, стр. 384.

¹⁰ Там же, стр. 186.

трудовых операциях (или функциях) уже поднимался нами в связи с некоторыми предложениями по вопросу о периодизации истории техники¹¹. Рассматривая историческую последовательность в передаче машинам трудовых функций человека, мы выделили энергетические, технологические, контрольные и логические функции человека в процессе его трудовой деятельности. Рассмотрим эти функции несколько детальнее.

Прежде всего, расширим технологические функции до рабочих, включающих в себя еще и транспортные. Очевидно, самый простой пример ручного труда, когда рабочий поднял или принес заготовку и опилил ее на верстаке, затрачивая и для переноса и для обработки известную долю своей энергии, не вызывает сомнений в том, что в трудовом процессе человека имеются и транспортные и технологические и энергетические функции.

Контрольные функции назовем более развернуто — контрольно-управляющими, поскольку контроль за ходом технологического или транспортного процесса (операции) — не самоцель, а средство управления. Здесь в организме рабочего осуществляется блок-схема рефлекторной дуги, при которой орган, воспринимающий внешний раздражитель, посылает в центральную нервную систему информационные импульсы возбуждения по чувствительным нервам; выполняющим функции цепи обратной связи, а центральная нервная система посылает к органам управляющие импульсы возбуждения через двигательные нервы, выполняющие функцию цепи управления.

Контрольно-управляющие функции являются только формой связи процесса труда с логическим аппаратом работника, но не заменяют логических функций, которые могут протекать до начала самого процесса труда, когда обдумывается его ход и предвидятся его результаты. Контрольно-управляющие функции осуществляются синхронно с транспортными, технологическими или энергетическими функциями, осуществляя контроль за ними и управление их течением.

Логические функции носят самостоятельный характер, и в зависимости от соотношения их объема в деятельности человека с объемом других функций самый труд подразделяется на физический и умственный.

Итак, трудовые функции человека имеют пять качественно различных форм: транспортная, энергетическая, технологическая, контрольно-управляющая и, наконец, логическая.

Различие функций отчетливо проявляется в их назначении и вместе с тем служит основой для естественной классификации машин по характеру выполняемых ими функций, что представлено в табл. 1.

Остановимся несколько подробнее на технологической функции и технологических машинах. Для выполнения этой функции, заключающейся в изменении формы, состава или структуры предмета труда, существует два различных метода. Эти методы отличаются характером используемой в них формы энергии: механической или тепловой. В табл. 2 показаны примеры основных изменений предмета труда посредством этих двух форм энергии.

Из табл. 2 видно, что механическая технология может осуществляться человеком, поскольку человек сам является живым двигателем, генератором механической работы.

Тепловые технологические процессы не могут осуществляться «вручную». Следовательно, тепловые технологические устройства с момента их возникновения не помогали человеку в процессе выполнения не свойственных его организму технологических функций и тем более не заменяли его.

¹¹ И. Я. Конфедератов. К вопросу о периодизации истории техники. «Вопросы истории естествознания и техники», вып. 4, 1957, Изд-во АН СССР, стр. 141.

Таблица 1

Функция	Назначение	Машина
Транспортная	Перемещение	Транспортная машина: а) подвижная (локомотив); б) неподвижная (лифт, кран, транспортер)
Технологическая	Изменение (формы, состава, структуры) предмета труда	Технологическая машина: а) помогающая, т. е. выполняющая функцию лишь частично; б) заменяющая, т. е. выполняющая функцию полностью
Энергетическая	Преобразование или трансформация энергии	Энергетическая машина: а) первичная, б) вторичная
Контрольно-управляющая	Контроль за выполнением транспортных, технологических или энергетических функций	Системы контроля и автоматического управления
Логическая	Запоминание, отбор, подсчет, комбинаторика	Счетно-решающие машины, кибернетические машины

Поэтому машина (а вместе с ней и обозначающий ее термин) могла возникнуть как устройство, помогающее человеку или даже заменяющее его в той только области, в которой человек способен выполнять и выполняет трудовые процессы. Такой областью явилась область механических операций, привлекаемых для выполнения транспортных функций, двигательных энергетических функций (генерация механической энергии) и той части технологических функций, которые выполнимы за счет механической энергии.

Поэтому исторически стихийно термин «машина» никогда не применялся к тепловым, электрическим, а также использующим энергию химическим устройствам, в которых не было необходимости в механической работе. Термин «машина», отражая реальный процесс замены механических функций человека, отразил сущность этой замены в форме демаркационной линии между «определенными» движениями машины и «неопределенными» движениями человека.

Но развитие машины не остановилось на освоении и использовании одного только механического движения. Паровая машина, как это удачно подметил А. А. Дорогов, представляет некоторый синтез молярного движения ее деталей и молекулярного движения рабочего тела. Это был первый шаг человека в освоении молекулярного движения, превращения его в молярное. Этот шаг был развит в паровых турбинах, где сопло явилось эффективным инструментом трансформации движения из одной его формы в другую.

Громадным шагом в освоении невидимого глазу внутреннего движения элементарных частиц материи явилось развитие электротехники, в особенности — электроники.

Таблица 2

Характер изменения	Вид энергии	
	механическая	теплота
Изменение формы	Машина — станок Человек — слесарь	Отливка в форму
Изменение состава	Машина — бетономешалка Человек — ручное перемешивание	Восстановление, бессемерование
Изменение структуры	Машина — вибратор Человек — ручной наклеп	Закалка, отпуск

Примечание 1. В таблице не отражены комбинированные методы с применением одновременно и теплоты и механической энергии, как, например: поковка (изменение формы), крекирование (изменение состава), обжиг (изменение структуры).

Примечание 2. В таблице не показано применение электрической энергии, так как в технологических целях она предварительно превращается либо в механическую (электродвигатели), либо в тепловую (электротермия). Непосредственное применение электроэнергии в технологических процессах пока крайне ограничено (электронская обработка).

Управление движением элементарных частиц явилось основой эффективной частичной и полной замены контрольно-управляющих и логических функций человека в процессе труда. Работа по подобной замене началась очень давно, но могла быть основана только на использовании механического движения. Автоматы Герона и Ктесибия, автоматические устройства Леонардо да Винчи, часы, явившиеся, по определению Маркса, основой развития автоматики, механические пистолы и шахматисты — все это закладывало возможности подлинного применения автоматики, замены человека в выполнении контрольно-управляющих функций. Эмпирическое применение принципа обратной связи в регулирующих устройствах И. И. Ползунова и Д. Уатта, разработка теоретических основ прямого и косвенного регулирования И. А. Вышнеградским вместе с возрастающей потребностью замены человека, переставшего справляться с процессом регулирования новых сложных и быстроходных машин, привели к сложным и высокоэффективным системам регулирования с использованием механического движения. Примером подобных систем могут служить регулирующие системы современных паротурбогенераторов с регулируемым отбором пара и числом оборотов. Осуществленные на основе классической механики твердых и жидких тел, эти системы полностью заменяют человека в выполнении сложного процесса регулирования при переменных силовой и тепловой нагрузках агрегата. Однако подлинный расцвет автоматического контроля и управления стал возможен только на основе использования гибкого и безынерционного движения элементарных частиц. Вместе с этой возможностью к машинам транспортным, энергетическим и технологическим прибавились машины контрольно-управляющие.

Существующая классификация еще не смогла должным образом отразить этот исторический факт. Выше было показано, что БСЭ, например, называет автоматической только машину технологическую по своему назначению. Таким образом, ограниченность существующей классификации состоит не только в том, что в ней опущена автоматизация энергетических и транспорт-

ных машин, получившая применение раньше автоматизации машин технологических. Классификация эта рассматривает контрольно-управляющие машины только как некоторое качество, свойство технологических машин, исключая право самостоятельного их существования на основе их назначения.

Чем это вызвано? Тем, что контрольно-управляющие машины в действительности не существуют сепаратно? Но сепаратность надлежит рассматривать не по форме, а по существу. Существо же состоит в выполняемой функции, в назначении. Так, например, в живом организме нервная, сосудистая, костно-мышечная, пищеварительная системы находятся в постоянном взаимодействии, тесно связаны между собой как по взаиморасположению, так и по совместному действию. Однако никто не возражает против выделения и сепаратного исследования перечисленных систем, как выполняющих различные функции и приспособленных именно для выполнения этих функций. В современном станке электродвигатель, механическая или гидравлическая передача конструктивно вросли в станок, что не мешает современным классификаторам отделять двигатель от передачи и передачу от рабочей, технологической машины — станка. Вместе с тем «развитая совокупность машин» в настоящее время выросла до громадных энерго-технологических комплексов с первичным двигателем, отдаленным от рабочей машины на сотни километров. Но и в этой системе, как и в описанной Марксом, двигатель устанавливается не для того, чтобы работать на холостой ход. Двигатель всегда связан с приводимыми им в движение транспортными или технологическими машинами.

При современном широком применении автоматического, осуществляемого на основе замены человека контроля и управления транспортными, технологическими и энергетическими машинами, при специальных организациях (кафедрах, институтах), исследующих теорию и практику применения устройств, заменяющих человека в выполнении им контрольно-управляющих функций, создались все предпосылки для определения этих устройств как контрольно-управляющих машин.

Наконец, освоение методов управления движением элементарных частиц материи раскрыло новые возможности для замены человека машиной в области логических функций. Применение для этой цели механического движения не позволило пойти дальше примитивных счетных машин — счетов с косточками, механических арифмометров, табуляторов, счетных линеек. Эти логические машины только помогают человеку в процессе выполнения формальных логических функций, но не в состоянии заменить его, освободить от их выполнения. А переход от помощи к замене означает не только освобождение человека от тех или иных функций. Здесь не только человек освобождается от машины, но и машина «освобождается» от человека, ограниченного узкими природными возможностями, и, выходя за рамки этих возможностей, создает исключительно высокую производительность труда.

Счетно-решающие машины, выполняя формальные логические операции вместо человека, могут, подобно контрольно-управляющим, работать совместно с машинами других назначений, расширяя рамки управления возможностью подбора оптимальных решений. Но эти машины, в отличие от контрольно-управляющих, могут работать совершенно сепаратно, показывая этим возможность замены логических функций человека. Быть может именно поэтому, вопреки существующей терминологии, предусматривающей механическое движение как отличительную особенность машины, счетно-решающие устройства стихийно (и совершенно правильно!) получили наименование машин.

Итак, «основное звено» исследования, заключающееся в назначении машины, частично или полностью заменяющей человека в выполнении им тех

или иных трудовых функций, дает нам возможность подойти к классификации машин, исходя из различия в этих функциях. Различие в функциях вызывает и различие в конструктивных формах машин, выполняющих эти функции, позволяет выделять и исследовать машины того или иного назначения как бы глубоко они не слились с машинами других назначений.

Таким образом, заимствованное у Маркса «основное звено» дает возможность достаточно строго подойти к решению двух вопросов из трех, поставленных в начале статьи: определение и классификация.

Это же звено дает и возможность установить основы периодизации процесса развития машин¹².

Но прежде чем подойти к конкретизации намечающихся определений, классификации и периодизации машин, следует остановиться на одном возражении, выдвинутом при обмене мнений против необходимости изыскания нового определения понятия «машина» в связи с ее перерастанием за рамки старого. Возражение состоит в том, что нет необходимости в новом определении. Понятие «машина» ограничилось областью классической механики, а использование новых областей познания осуществляется в приборах, аппаратах, устройствах и т. д.

Такое возражение представляется совершенно необоснованным. Разрубив объективно существующую линию развития машин, мы встанем перед разрозненным собранием искусственно разобщенных фактов: вот машина Витрувия, вот машина Рело, а вот это — уже не машина, а нечто иное: устройство, прибор, аппарат. Но для того, чтобы «за поверхностью фактов», как писал И.П. Павлов, увидеть «законы, ими управляющие», необходимо прежде всего понять тенденцию, направление, движущие силы развития, остающиеся неизменными в течение длительного периода при относительно частой смене частных форм, проявляющихся в конкретных фактах. Так, например, энергетика прошла путь от биоэнергетики, через гидро- и теплоэнергетику к современной комплексной энергетике и энергетике атомного ядра, оставаясь энергетикой. Энергетическое содержание процесса позволяет за сменой частных форм энергетикой видеть тенденции ее развития.

Что дает определение машины, заключающее в себе основную тенденцию ее развития в форме частичной или полной замены трудовых функций человека? Прежде всего оно дает возможность разрешения старинного спора о различии между орудием и машиной.

Возражение Маркса против того, что: «... орудие есть простая машина, а машина есть сложное орудие» или что машина отличается от орудия в зависимости от того, что служит источником энергии (человек или неорганические источники), приобретает особую убедительность будучи подкрепленным замеченной Марксом же основной тенденцией развития машин, как объектов, заменяющих труд человека.

Орудие, являясь искусственной модификацией «естественных орудий» (рук, ногтей, зубов) не способно заменить человека. Оно может быть передано из рук человека в стальные «руки» машины, заменяющей человека. Передача орудия из рук человека в «руки» заменившей его машины хорошо выражена в приведенном выше (стр. 85) высказывании Маркса.

Далее, если мы вернемся к тем функциям, которые выполняет человек в процессе труда, то увидим, что орудие является необходимым только в выполнении технологических функций, предназначенных изменять форму, состав или структуру предмета труда. Транспортные функции и обеспечивающие их энергетические функции не требуют наличия орудия. Это положение осталось в силе при замене человека в выполнении транспортной или энергетической функций. У паровой турбины, энергетиче-

ской машины, вырабатывающей механическую энергию за счет теплоты, нет орудия. У паровоза или тепловоза, транспортной машины, перемещающей грузы, нет орудия. И это вполне понятно, так как приведенные машины не воздействуют на предмет труда, не производят изменения формы, состава, структуры.

Нет орудий и у машин, использующих в широкой степени движение элементарных частиц. Исполнительный механизм, входящий в комплекс устройств контрольно-управляющей машины или машины логической, отделен от предмета труда, не изменяет его и справедливо не считается орудием.

Таким образом, понятие «машина» неизмеримо шире понятия «орудие» как по объему (участвует во всех производственных функциях, а не в одной технологической), так и по свойствам, позволяющим не только изменять предмет труда, но заменять самого работника.

При разграничении понятий «орудие» и «машина» полезно обратить внимание на те технологические машины, которые в своем развитии не взяли орудие из рук рабочего, а заменили руки рабочего, являвшиеся естественным орудием ручного труда (как, например, прядильный станок). Подобные машины прошли долгий путь развития, прежде чем они оказались в состоянии заменить такое сложное и гибкое орудие, как руки рабочего. Это — путь от частичной замены рук рабочего, как исполнительской технологической функции труда, к полной их замене, явившейся большим качественным скачком в развитии машины. Техническое содержание промышленного переворота XVIII в. объясняется появлением машин, заменивших руки человека — прядильных и ткацких. Возникновение этих машин является не чем иным, как качественным скачком, завершающим длительный этап предварительного развития. Так, например, ткачеству предшествовало плетение, являющееся по существу тем же ткачеством, но осуществляемым исключительно посредством естественного орудия — пальцев рук. Выделение ткачества с характерной для него одной нитью утка произошло за тысячелетия до промышленного переворота. Переход от плетения упругой соломки или лозы к плетению легко гнущейся нити был осуществлен при помощи устройства, получившего уже наименование ткацкого станка. В этом устройстве в помощь руке для частичной замены ее функции были привлечены силы неорганической природы, а именно — гравитационные силы, натягивавшие посредством подвешенных камешков нити основы, освобождавшие руки от выполнения процесса натягивания. Заменившая в силу своей гибкости множество прутьев плетения нить утка, намотанная на палочку-челнок, подвижный ткачом, стала перемещаться вручную между нитями основы. Дальнейшее развитие, длившееся тысячелетия, привело к разделению нитей основы и образованию из них зева, использованию ног ткача в качестве двигателя для перемещения нитей основы, образующих зев и, таким образом, за рукой человека осталась одна только функция — передвижение челнока с нитью утка. Эта функция, повторяющаяся периодически по определенной траектории с определенным размахом, стала настолько элементарной, что могла быть передана и действительно была передана машине в первом станке с челноком — «самолетом». Так частичная замена постепенного расширения, пока это количественное развитие станка не создало предпосылок для возможности осуществления последнего количественного шага наращивания частичной замены, приведшего к новому качеству — к полной замене рук работника — ткача.

Таким образом, понимание основной линии развития машин — передачи трудовых функций человека машине — дает возможность проследить переходы от замены частичной к замене полной, как узловые точки развития, как исторические качественные скачки в развитии машин.

¹² «Вопросы истории естествознания и техники», 1957, № 4.

* * *

Критическое рассмотрение современного состояния определения, классификации и периодизации развития машин позволяют прийти к некоторым выводам.

О п р е д е л е н и е. Для конструирования определения машины в самом первом приближении мы располагаем следующими данными. Назначение машины: частичная или полная замена человека в выполнении тех или иных производственных процессов. Цель сооружения машин: увеличение производительности труда.

Эти данные можно дополнить несколькими совершенно очевидными положениями.

Передача исполнения производственных функций человека машине, особенно в случае полной замены человека, позволяет эффекту производственного процесса выйти далеко за рамки возможностей человеческого организма. Этот выход не сопровождается перегрузкой работника. Наоборот, машина облегчает труд, и в этом ее второе назначение. Облегчение труда, т. е. уменьшение напряжения мышц, зрения, внимания, нервной системы рабочего, целесообразно рассматривать в его абсолютном и относительном значениях. Абсолютное значение состоит в уменьшении затраты энергии организмом рабочего в единицу времени, а относительное — на единицу произведенного продукта. Относительное облегчение труда всегда связано с производительностью, и увеличение производительности труда за счет внедрения машин означает вместе с тем его относительное облегчение. Оно зависит от машины, от степени использования в ней закономерностей природы. Абсолютное же зависит от интенсивности эксплуатации труда. Например, конвейер всегда увеличит относительное облегчение труда, но в зависимости от скорости его движения может либо уменьшить, либо увеличить абсолютное облегчение в полном соответствии с указанием К. Маркса на то, что эксплуатирует людей не машина, а люди.

Количество данных для конструирования определения понятия «машина» следует дополнить необходимым, на наш взгляд, указанием на то, что любая машина использует те или иные объективные закономерности природы, определяющие как ее конструктивные формы, так и протекающие в ней физические процессы.

Наконец, представляется целесообразным до попытки сформулировать определение понятия «машина», указать на возможность одного выражения и вызывающие его причины. Исходным положением настоящего исследования является заимствованное у Маркса положение о замене человека машиной. Отсюда, как показано выше, в объем понятия «машина» не могут входить технические объекты, использующие виды энергии, которые не может генерировать работник (например, тепловую, химическую, электрическую). С этой точки зрения гальваническая батарея, производящая электрический ток, не может входить в состав понятия «машина», а электрический двигатель, производящий механическую работу и заменяющий человека в выполнении двигательной функции, входит в состав этого понятия.

Но машина, как отмечалось выше, позволяет выходить за рамки биологических возможностей человека. Этот выход может быть не только количественным, заключающимся в том, что машина во много крат производительнее, чем человек, работающий вручную. Многим машинам свойственно некоторое качество, которым не обладает живой организм.

Это качество — обратимость.

Упомянутый электрический двигатель имеет свое «зеркальное отображение» — электрический генератор, машину с обратным протеканием процессов. Если в двигателе происходит преобразование электрической энергии

в механическую, то в генераторе, наоборот, механическая энергия преобразуется в электрическую. «Отображением» теплового двигателя является холодильная компрессионная установка, гидротурбины — насос.

Обратимость — качество энергетических машин, вытекающее из закона сохранения и превращения энергии. Но живая энергетическая машина (человек как двигатель) является необратимой. Отдающий механическую работу за счет биологической энергии своего организма, человек не может производить эту биологическую энергию за счет получения внешней механической работы.

Возникает вопрос: как быть с «отображениями» неживых двигателей? Гидравлические машины — двигатели и насосы — не вызывают в этом отношении сомнений, так как в них нет преобразования энергии; в них механическая энергия только трансформируется либо из потенциальной формы в кинетическую (двигатели), либо из кинетической в потенциальную (насосы). Человек как генератор механической энергии может заменить гидравлический двигатель, может заменить и насос, поднимая воду. Поэтому и гидравлический двигатель, и гидравлический насос бесспорно входят в состав понятия «машина», конструируемого на основе изложенного выше положения о замене.

Человек не может выполнять функцию теплового насоса — холодильной установки. Именно у с т а н о в к и, так как она состоит из отдельных агрегатов. Функцию одного из них, — компрессора, человек может выполнять, так же как и водяного насоса, поскольку здесь потребляется механическая энергия, генерируемая человеческим организмом. С этой точки зрения компрессор — машина, как его и называют на основе определений, вытекающих из механических концепций машины. А другие части холодильной установки: испаритель, конденсатор, дроссельный клапан — не машины, на основе тех же концепций.

Особое положение занимают электрические машины. Состоя, в отличие от тепловых, из одного агрегата, эти машины дают возможность использовать этот агрегат либо в двигательном режиме, либо в генераторном. Таким образом, один и тот же агрегат либо в состоянии заменять работника (электродвигатель), либо не в состоянии (электрогенератор).

Очевидно, что в этом единственном случае возможно исключение. В силу единства конструктивной формы электрогенератора с электродвигателем, к нему целесообразно применять название «машина», как это на практике и делается.

Теперь имеются все данные для перехода к формулированию определения. Известно назначение машины, метод осуществления этого назначения. Этих данных достаточно для того, чтобы выделить, отграничить из сложного комплекса объективного мира вполне определяемую ими часть. Поэтому не существенно, каким термином обозначить материальную сущность этой части. В силу сложности машин представляется целесообразным применение термина «совокупность» к комплексу тех материальных средств, из которых состоит машина.

Тогда самая краткая формулировка понятия «машина» может быть выражена следующим образом:

Машина есть совокупность материальных средств, воспроизводящая трудовые функции человека.

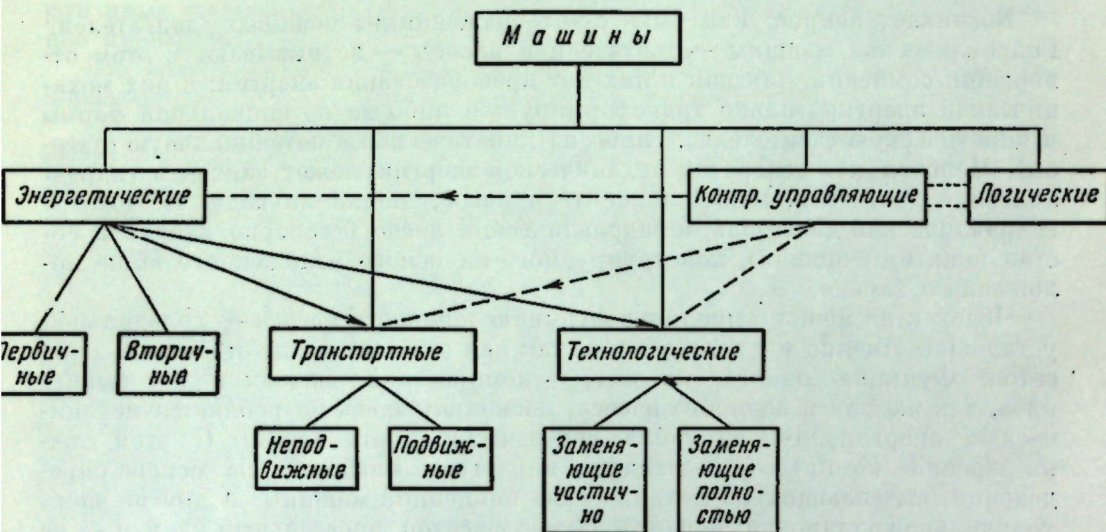
Более полная формулировка, заключающая в себе ряд дополнительных признаков машины, может быть выражена следующим образом.

Машина есть совокупность материальных средств, создаваемая человеком для использования явлений природы с целью облегчения труда и увеличения его производительности путем частичной или полной замены человека в выполнении тех или иных трудовых функций, позволяющей расширить объем выполняемых функций за рамки возможностей человеческого организма.

Классификация. Основы классификации машин, вытекающие из характера заменяемой ими трудовой функции работника и описанные выше, могут быть схематически представлены графически (см. схему).

В приводимой схеме обязательные связи (развитые в системы «передаточные механизмы»), без которых существование энергетических машин бессмысленно, показаны сплошными линиями, возможные связи — пунктиром.

Дальнейшее членение в каждой отдельной области применения — дело специалистов; работающих в этих областях.



Периодизация. Периодизация развития каждого отдельного класса машин вытекает из хронологической последовательности исторических фактов возникновения новых, высших форм машин этого класса. Так, например, для энергетических машин существует следующая последовательность — периодизация: 1) машины, использующие механическую энергию природы (гидравлические и ветровые); 2) машины, использующие теплоту (тепловые двигатели); 3) энергетический комплекс из первичных двигателей (гидравлических и тепловых) и вторичных (электрических); 4) машины, использующие ядерную энергию (на данном этапе становления представляющие комплекс ядерного реактора с тепловым двигателем)¹².

Очевидно, специалисты в области развития машин других классов в состоянии дать свои частные периодизации на основе хронологического ряда исторических фактов.

Что касается общей периодизации развития машин, то представляется целесообразным ее разработку на основе рассмотрения развития «совокупности» машин как развития взаимосвязей между ними.

* * *

Выдвигая результаты настоящего исследования как первое приближение к решению вопроса об определении понятия «машина», о классификации машин и о периодизации их развития, автор обращается к историкам техники с просьбой принять активное участие в творческом обсуждении этих результатов.

¹² И. Я. Конфедератов. К вопросу о периодизации истории техники. «Вопросы истории естествознания и техники», 1957, вып. 4, стр. 141.

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

ИЗ ПЕРЕПИСКИ МЕЖДУ ЭВАНДЖЕЛИСТА ТОРРИЧЕЛЛИ И МИКЕЛЬАНДЖЕЛО РИЧЧИ

Описание знаменитых барометрических опытов, произведенных во Флоренции в 1644 г. Винченцо Вивини, учеником Галилея, по инициативе и указаниям Торричелли, не было, как известно, опубликовано при жизни Торричелли в форме трактата или статьи. Единственным первоисточником служат два письма Торричелли к его другу Микельанджело Риччи, жившему в Риме. Первые известия о флорентийских опытах распространялись в Европе благодаря рукописным копиям именно этих писем, которые уже в 1644 г. попали во Францию и послужили стимулом для постановки новых опытов французскими учеными (Мерсенном, Паскалем и др.).

Письма были напечатаны только в 1663 г. и с тех пор переиздавались несколько раз¹. На русском языке они публикуются впервые². Мы приводим здесь

только те части писем, которые непосредственно касаются барометрических опытов.

* * *

Отправной точкой для исследований Торричелли являлись идеи его учителя Галилея. В «Беседах» («Discorsi»), напечатанных в 1638 г., Галилей, ссылаясь на показания флорентийского мастера-водопроводчика, утверждал, что вода в колодцах не может быть поднята при помощи насоса на высоту, превышающую 18 флорентийских локтей (~ 10,5 м)³. Неизвестно, пытался ли сам Галилей проверить это утверждение экспериментально, во всяком случае имеются сведения, что уже за восемь лет до выхода в свет «Бесед» генуэзский ученый Баллиани сообщил ему о неудачной попытке устроить сифон для подъема воды на холм высотой примерно 21 м. То же явление знал голландский инженер и физик-экспериментатор Исаак Беекман (1588—1637) еще в 1615—1616 гг., правда, не указывавший предельную величину подъема воды.

Однако, не зная причины этого явления, легко было приписать его невершенству насоса. Так думали, например, французские водопроводчики еще в середине 50-х годов XVII в.⁴

Представлением о неограниченных возможностях подъема воды способствовала широко распространенная в то время идея «страха пустоты» (horror vacui) или стремления природы избежать пустоты (luga stomatia, вып. 1. Изд. 2. Л., 1924, стр. 134—135.

³ Г. Галилей. Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки. М.—Л., 1934, стр. 71—72.

⁴ Ср. В. P. Pascal. Oeuvres, t. III, Paris, 1923, p. 261.

¹ Карло Дати, под псевдонимом Timaeo Antiate, издал их в своем «Послании к любящим истину» (Lettera a Filaleti... Firenze, 1663). Затем они были переизданы в «Академических чтениях» (E. Torricelli. Lezioni accademiche. Firenze, 1715), а в конце XIX в. в «Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus» (Hrsg. v. G. Hellmann, № 7, Berlin, 1897) и, наконец, в Труды Торричелли: (Torricelli. Opere. Faenza, 1919—1944, vol. I, 1919, parte 2, p. 472—476 (по тексту Дати); vol. II, 1919, pp. 186—188, 193—195, 198—201 (по сохранившимся копиям писем); vol. IV, 1944, p. 50—56 (по тексту Lezioni accademiche). По последнему из указанных изданий и сделан настоящий русский перевод. Иллюстрации воспроизведены по изданию Hellmann.

² Если не считать довольно свободного перевода отрывков первого письма в кн.: Я. И. Перельман. Физическая хре-

вакуи). Не следует думать, что в XVII в. понимали «страх пустоты» грубо-антропоморфно или анимистически. Уже начиная с древности, смысл такой теории сводился к утверждению, что пространство или протяжение невозможно без тела, без материи, и что всякий «разрыв» между материальными телами немаловажен: на место одного тела неизбежно должно становиться другое. Это утверждение было равносильно простой констатации невозможности пустоты.

Наблюдение, сообщенное Галилеем в его «Беседах», привело между тем к необходимости признать, что «сопротивление образованию пустоты» не беспрочно. В этом духе Галилей и выдвинул первоначальную теорию: «страх пустоты» имеет некий конечный предел и поддается «измерению». Подобно тому, как веревка в конце концов обрывается от собственной тяжести, так разрывается от собственной тяжести водяной столб, преодолевая сопротивление, т. е. «страх пустоты», удерживающий его на высоте.

Галилею было известно, впрочем, и другое объяснение, которое он, по всей вероятности, сообщил и своему ученику Торричелли. Уже упоминавшийся Балладини считал, что сила, удерживающая столб жидкости, находится не внутри трубки, а вне ее. Эта сила — атмосферное давление⁵. Такая идея могла созреть в умах ученых только тогда, когда уточнились представления о тяжести воздуха и о передаче давления во все стороны.

Новые идеи с полной отчетливостью были высказаны уже в первые десятилетия XVII в. Исааком Беекманом. В тезисах докторской диссертации, защищенной им 6 сентября 1618 г. в Кане (Нормандия), он утверждал: «Вода, поднимаемая всасыванием, не притягивается силою пустоты, но гонима в пустое место падающим воздухом» (*Aqua suctu sublata non attrahitur vi vacui, sed ab aere incumbente in locum vacuum impellitur*)⁶. В своем чрезвычайно интересном дневнике, который был напечатан впервые лишь совсем недавно⁷, Беекман отмечал: если представить себе воздух в виде сжимаемой губки, то в этом случае будет ясно, что нижние слои воздуха нагружаются большей тяжестью, чем верхние, а потому они более плотны⁸.

Накопец, в 1629 г. он писал, что «воздух обладает тяжестью, и мы не-

пытываем его давление равномерно со всех сторон, а потому не страдаем, и в этом заключается причина так называемого бегства от пустоты»⁹.

В своем письме Галилею от 24 октября 1630 г. Балладини независимо от Беекмана высказал мысль, что подъем воды в трубе обусловлен давлением воздуха. Мы не ощущаем этого давления потому, что испытываем его со всех сторон. Вместе с тем, Балладини сделал вывод, что «чем воздух выше, тем он легче». Однако, как позднее это случилось с Торричелли, Балладини пришел в затруднение от того, что тяжесть атмосферы получается, казалось бы, слишком большой¹⁰.

Попытку проверить экспериментально утверждение Галилея сделал в Риме между 1638 и 1643 гг. Гаспаро Берти, близкий к Раффаэле Маджотти. Берти экспериментировал с водой. Естественно было перейти после этого к экспериментам с более плотной жидкостью. Маджотти сообщил позднее (в 1648 г.), что известил Торричелли об экспериментах Берти и высказал предположение, что «если бы вода была морская а потому более тяжелая, она остановилась бы на более низком уровне»¹¹.

Заслугой Торричелли является то, что он вместе с другим учеником Галилея, Винченцо Вивини, произвел первые опыты с ртутью. Перенеся свое внимание с «внутренних сил», якобы действующих в трубке, на «силы внешние», т. е. давление воздуха, Торричелли смог впервые начать пользоваться своим прибором как барометром, что было его главной целью.

В. П. Zubov

Торричелли — Микельанджело Риччи*

Преславный синьор и ученейший мой покровитель.

... Я уже упоминал раньше [1], что занимался производством некоего философского эксперимента, касающегося пустоты, не для того, чтобы просто произвести пустоту, но для того, чтобы сделать прибор, который показывал бы перемены воздуха, то более тяжелого и густого, то более легкого и тонкого. Многие говорили, что пустоты не существуют, другие — что она существует, но Природа испытывает к ней отвращение, и что создание такой пустоты требует усилий; уже не помню, кто-то говорил, что она существует, не требуя усилий; и без того, чтобы Природа ее образованию противилась [2]. Я рассуждал так: если бы можно было найти совершенно явную причину, от которой

⁹ C. de Waard. L'expérience..., p. 81.

¹⁰ G. Galilei. Le Opere, vol. XIV. Firenze, 1904, p. 158—160. См. выше, примеч. 7.

¹¹ C. de Waard. L'expérience..., p. 181.

* Перевод и комментарии В. П. Зубова

проистекало бы такое сопротивление, ощущаемое нами, когда хотят произвести пустоту, то, как мне кажется, тщетна была бы попытка приписать именно пустоте подобное действие, которое явно проистекает от другой причины. Однако, произведя некоторые весьма простые подсчеты, я нашел, что причина, мною предположенная (т. е. тяжесть воздуха), сама по себе взятая, должна была бы оказывать большее противодействие, чем это имеет место тогда, когда пытаются образовать пустоту [3]. Говорю это для того, чтобы какой-нибудь философ, видя, что нельзя избежать признания тяжести воздуха за причину противодействия, ощущаемого нами при образовании пустоты, не сказал бы, что хотя он готов допустить действие тяжести воздуха, но продолжает настаивать, что и Природа содействует в этом случае своим отвращением к пустоте.

Мы живем погруженные на дно океана воздушной стихии, о которой посредством неоспоримых опытов извест-

но, что она имеет тяжесть, и притом такую, что наиболее густой воздух, по соседству с земной поверхностью, имеет вес, составляющий примерно 1/400 часть веса воды [4]. Далее, авторы сочинений о «вечерних зрях» заметили, что видимый воздух, наполненный парами, достигает высоты над нами примерно 50 или 54 миль. Тем не менее, я не думаю, чтобы высота была столь большой, ибо я показал, что в таком случае пустота должна была бы оказывать гораздо большее противодействие, чем она это делает [5]. Правда, остается выход: утверждать, что под весом, который указал

Галилеем, следует понимать вес самого нижнего воздуха, в котором живут люди и животные, но что над вершинами высоких гор воздух начинает становиться совершенно чистым и имеющим гораздо меньший вес, чем 1/400 часть веса воды. Мы сделали много стеклянных сосудов, подобных тем, которые изображены здесь и обозначены буквами А и В, — широкое, с шейкой длиною в два локтя [6]. Когда они были наполнены ртутью, а затем отверстие закрывалось пальцем и сосуды эти погружались в сосуд С, где находилась ртуть, можно было видеть, что они становились пустыми и ничего не поступало в опустошающийся сосуд; однако шейка АД оставалась всегда наполненной до высоты 1 1/4 локтя и еще одного пальца. Дабы показать, что сосуд был совершенно

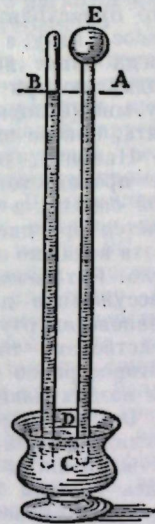


Рис. 1

пустым, нижняя чашка наполнялась водой до D, и если сосуд постепенно поднимали, можно было видеть, что когда отверстие сосуда достигало воды, ртуть опускалась из шейки, а вода целиком наполняла сосуд со страшным напором (*con impetu horribile*) вплоть до знака E. Пока сосуд AE был пустым и ртуть, хотя и обладающая большой тяжестью, продолжала держаться в шейке AC, мы рассуждали так: до сих пор существовало мнение, будто сила, не позволяющая ртути, вопреки ее природному свойству, падать вниз, находится внутри сосуда AE, т. е. заключается либо в пустоте, либо в веществе, предельно разреженном; однако я утверждаю, что эта сила — внешняя, и что сила берется извне. На поверхность жидкости, находящейся в чашке, действуют своей тяжестью 50 миль воздуха. Что же удивительного, если ртуть, не имея ни стремления, ни отвращения находиться в стеклянном сосуде CE, проникает туда и поднимается настолько, чтобы уравновесить тяжесть наружного воздуха, который ее гонит.

Далее, вода в аналогичном, но гораздо более длинном сосуде, будет подниматься почти до 18 локтей (т. е. до высоты, во столько раз большей, чем высота поднятия ртути; во сколько раз ртуть тяжелее воды).

Я подтвердил приведенное рассуждение, произведя одновременно эксперимент с сосудом А и трубкой В. Ртуть останавливалась в них на том же уровне АВ — почти верный знак того, что сила не находилась внутри. Ведь сосуд AE обладал бы большей силой, и разреженное и притягивающее вещество в нем находящееся, должно было бы быть, благодаря большому объему более действенным, нежели вещество в совсем маленьком пространстве В.

Далее я пытался объяснить при помощи этого принципа все виды противодействия, которые наблюдаются при различных действиях, приписываемых пустоте, и до сих пор не нашел еще ничего, что не укладывалось бы в это объяснение. Я знаю, что у Вашей милости возникает много возражений, но надеюсь, что пораздумав, Вы преодолеете их [7]. Должен сказать еще, что главное мое намерение не могло осуществиться, а именно — определить при помощи прибора ЕС, когда воздух бывает более густым и тяжелым и когда он более тонкий и легкий, ибо уровень АВ меняется еще и от другой причины (чего я никак не думал), а именно — от теплоты и холода, и притом весьма ощутимо, совершенно так, как если бы сосуд AE был полон воздуха.

Вашей преславной милости преданный и премного обязанный слуга

Э. Торричелли

Флоренция, 11 июня 1644 г.

Микельанджело Риччи
— Торричелли

Преславный и превосходный синьор и глубокоуважаемый покровитель!

По мнению эпикурейцев, пустота не только может существовать как естественное явление, но и в действительности в мире есть много пустых пространств. Вы, милостивый государь, припомните, что об этом Вы читали у Лукреция. Эпикурейцам возражали некоторые теологи; слишком самоуверенно радея о единстве и сохранении вселенной, они полагали, что этой цели [сохранению непрерывной связи между вещами] повинуются сотворенные вещи, с величайшей быстротой поднимающиеся и опускающиеся, в зависимости от того, что требуется для их соприкосновения. По словам этих теологов, даже всемогущество божие не способно создать пустое пространство [8], о котором говорят эпикурейцы. Впрочем, я частично готов извинить этих добрых теологов. Может быть, для того чтобы не стязать в свете дурную славу эпикурейцев (тем более, что некоторыми своими действиями они давали к тому повод), эти теологи пожелали возможно дальше отойти от эпикурейских взглядов, совершенно так же, как претендуют они и на то, чтобы в поведении их считали далекими от образа жизни тех, qui Bacchanalia vivunt Epicuri de grege porcis [9]. Скажу это не в обиду Вашей милости, которой я не хочу досаждать ничем, кроме того, что добавлю ниже по этому вопросу, ибо полагаю, что Вам слишком противны дерзкое мнение вышеуказанных теологов и их постоянное обыкновение сразу же приписывать вещи божественные к физическим рассуждениям, тогда как эти вещи должны были бы быть трактуемы с большим почтением и благоговением [10].

Способ, которым Ваша милость объясняет эксперименты, произведенные в доказательство существования пустоты, а именно поднятие вверх тяжелых вещей вопреки их естественной наклонности, я считаю предпочтительным перед другим тем более, что благодаря ему мы сохраняем согласие с простотой действий природы [11]. Ведь имея возможность сохранить единство между телами лишь путем движения вниз, природа понапрасну придала бы им еще новую естественную склонность повиноваться универсальной причине, регулирующей, по словам названных теологов, мировые процессы. И я восхищен благородной смелостью Вашей милости, принявшей в расчет вещь, еще никем не учитывавшуюся [12] и представляющуюся вместе с тем столь вероятной; как я полагаю, это будет самым правильным и самым разумным из возможных ответов на вопрос, остается лишь устранить два-три возражения, которые я и намерен высказать Вашей милости, прося Вас благосклонно

разрешить мне их. Я уверен, Ваша милость сделает это без труда.

Во-первых, мне кажется, что можно исключить действие воздуха, давящего на наружную поверхность ртути, находящейся в сосуде, если поместить крышку с одним лишь отверстием, через которое проходит стеклянная трубка, а затем всюду заделать все щели, чтобы не было никакого сообщения с наружным воздухом. В таком случае воздух, находящийся над сосудом, стал бы давить уже не на поверхность ртути, а на крышку, и если бы ртуть держалась наверху, как раньше, нельзя было бы больше приписывать такое действие тяжести воздуха, как бы поддерживающего ее в равновесии.

Во-вторых, если мы возьмем насос, часто употребляемый в этих случаях, и его поршень будет вполне вдвинут внутрь, так, чтобы он вытеснил оттуда всякое тело, а затем заткнем отверстие на конце и станем тащить обратно поршень, мы будем ощущать величайшее сопротивление. И это происходит не только, если обратить насос к низу, а поршень, на ручку которого тогда давит воздух, тянуть вверх; происходит это при любом положении, а потому, мне кажется, нелегко в этих случаях понять, какова здесь роль тяжести воздуха.

Наконец, тело, погруженное в воду, не противостоит всей воде, расположенной сверху, а только той, которая вытесняется при движении погруженного тела, а эта вода [по объему] не больше, чем само тело. Вот почему я полагал бы, что то же рассуждение должно быть применено к равновесию ртути: она должна бы противодействовать такому количеству воздуха, которое равно ее массе (mole). И как мог бы воздух давить больше?

Вот мои скромные соображения против взгляда Вашей милости, которые Вы, конечно, должны будете извинить, посчитавшись с моим горячим желанием вполне уразуметь ответ на выдвинутые возражения, дабы затем я мог стать не только искренним почитателем, но и безусловным защитником как этого вашего открытия, так и всех других, весьма любезных моему сердцу...

Сердечно преданный и 'премного обязанный слуга и ученик Вашей преславной и превосходной милости

Микельанджело Риччи

Рим, 18 июня 1644 г.

Торричелли — Микельанджело Риччи

...Мне думается излишне отвечать на Ваши три возражения против моего домысла о кажущемся сопротивлении, ощущаемом при образовании пустоты, потому что, надеюсь, Вы сами уже нанесли их разрешение вскоре после написания своего письма.

Что касается первого, отвечаю все же. Если Ваша милость пригоняет пластинку, покрывающую поверхность чаши, так, что она только прикасается к поверхности ртути в чашке, то ртуть, стоящая в шейке сосуда, будет, как и прежде, держаться, но не благодаря тяжести атмосферы, а потому, что ртуть в чашке не сможет уступить ей место. Если далее Ваша милость вставит эту пластинку так, чтобы внутри сохранилось некоторое количество воздуха, я спрашиваю, думает ли Ваша милость, что этот заключенный внутри воздух имеет ту же самую степень густоты, что и наружный? Если так, ртуть будет держаться на том же уровне (я покажу это дальше на примере с шерстью). В случае же, если воздух, который Ваша милость закрывает внутри, будет более разреженным, чем наружный, тогда металл, поднявшийся в трубке, несколько опустится. Если, наконец, воздух оказался бы бесконечно разреженным, т. е. превратился в пустоту, то тогда металл опустился бы весь, и ту меру, в какую его могло бы вместить это замкнутое пространство [13].

Сосуд ABCD — цилиндр, наполненный шерстью или другим сжимаемым веществом (например, воздухом). Сосуд этот имеет два дна: одно — неподвижное BC, другое — подвижное AD (соответствующей величины). Пусть AD нагружено свинцом E, весящим 10 000 000 фунтов. Ваша милость, я уверен, поймет, какая великая сила должна будет ощущаться на дне BC. Теперь, если мы с силой введем плоскость или острую железную пластинку FG, которая проникнет в сжатую шерсть и разрежет ее, я утверждаю, что если шерсть FBCE останется так же сжатой, как и раньше, то хотя бы дно BC больше и не ощущало никакой тяжести от сверху положенного свинца E, она будет пахотиться в том же состоянии, что и прежде. Позвольте Вас больше не утомлять этим. Теперь — о втором возражении. Был однажды философ, который при виде трубки, вставленной в бочку его слуги, смело заявил ему, что вино никогда не потечет, потому что тяжелым телам от природы свойственно давить вниз, а не по горизонтали и в стороны. Тем не менее слуга заставил его воочию убедиться, что хотя жидкости от природы тяготеют книзу, они толкают и растекаются во все стороны, чтобы найти места, куда вылиться, т. е. места, которые с меньшей силой сопротивляются силе этих жидкостей. Пусть Ваша милость погрузит сосуд целиком в воду, открытой частью вниз, а затем сделает отверстие в его дне так, чтобы воздух мог выходить. Вы увидите, с какой стремительностью вода движется снизу вверх, чтобы наполнить сосуд.

Третье возражение мне кажется не слишком уместным, во всяком случае оно менее веское, чем другие, хотя бы и каза-

лось оно более сильным, будучи заимствовано из геометрии. Что тело, погруженное в воду, встречает сопротивление только такой массы воды, которая равна массе его самого — это верно. Однако о металле, держащемся в шейке сосуда, как мне кажется, нельзя сказать, что он погружен в воду или воздух, в стекло или в пустоту.

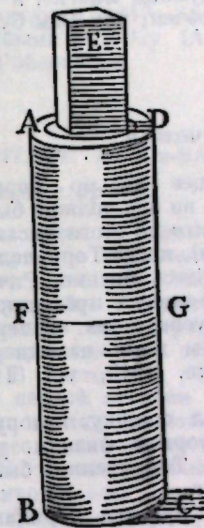


Рис. 2

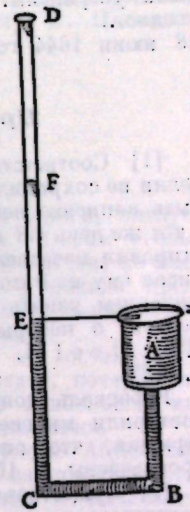


Рис. 3

Можно только сказать, что это есть жидкое, находящееся в неустойчивом равновесии тело, одна поверхность которого граничит с пустотой или почти пустотой, вовсе не действующей посредством тяжести, а другая поверхность граничит с воздухом, испытывающим давление многих миль воздуха, образующего одну массу, а потому поверхность, не испытывающая никакого давления, поднимается, будучи теснима другой, и поднимается до тех пор, пока тяжесть подвешенного металла не уравновесит тяжесть воздуха, давящего с другой стороны. Вообразите, Ваша милость, сосуд A, соединенный с трубкой BCD, открытой в D, как изображено на рисунке, и пусть сосуд A наполнен ртутью. Несомненно, что металл будет подниматься в трубке, до уровня E. Однако, если я погружу названный прибор в воду до черты F, ртуть не поднимется до F, а лишь настолько, что высота уровня в трубке будет превосходить уровень в сосуде EA примерно на $\frac{1}{14}$ часть высоты, которую будет иметь вода F над уровнем сосуда A. Вы можете быть в этом уверены, как если бы сами произвели опыт. Как нетрудно видеть, может случиться, что вода F будет иметь высоту 14 локтей, а металл в трубке ED всего один локоть. Следовательно, один локоть металла противодействует не одному локтю воды, а всей высоте воды, от A до F. И в таких случаях Ваша милость

знает, что ширина и толщина тел не принимаются во внимание, единственно имеют значение отвесные линии и удельные, а не абсолютные веса. Но, пожалуй, я сказал слишком много, при устной беседе Вы были бы больше удовлетворены. Уверяю Вас, что если Вам придут в голову еще другие соображения, Вы сами сумеете разрешить все трудности, потому что здесь уже были продуманы многие, и все были устранены. Впрочем, как Вам будет угодно...

28 июня 1644 года.

Примечания

[1] Соответствующее письмо Торричелли не сохранилось, но оно должно было быть написано незадолго до этого письма: в тот же день (11 июня), когда Торричелли отправил печатаемое здесь письмо, Риччи писал ему из Рима: «Я живу с превеликим желанием узнать об успехе тех экспериментов, о которых Вы меня извещаете» (Torricelli. Opere. 1919, vol. III, p. 189).

Роберваль допустил ошибку, которую повторили многие историки физики, утверждая, что опыты Торричелли были произведены в 1643 г.

[2] Существование пустоты отрицали Аристотель и его последователи (перипатетики). Античные атомисты (Демокрит, Эпикур, Лукреций) защищали идею пустого пространства, существующего наряду с материальными атомами. Ср. дальше о «мнении эпикурейцев» в письме Риччи.

[3] Ср. в письме Балиани к Галилею от 24 октября 1630 г. (G. Galilei. Le Opere, vol. XIV. Firenze, 1904, pp. 158—160): «... я решил, что для образования пустоты потребовалась бы большая сила, нежели та, которую способна проявить вода в трубке длиной не более 80 футов».

[4] Торричелли исходит из величины, указываемой Галилеем (см. Г. Галилей. Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки... М.—Л., 1934, стр. 171). Интересно отметить близость взглядов Торричелли к взглядам Балиани, которые были изложены им в письме от 24 октября 1630 г. (см. предыдущее примечание). Балиани полагал, что разница между водою и воздухом «чисто количественная», а потому он считал возможным прибегнуть к аналогии с человеком, находящимся на дне моря (ср. у Торричелли — «дно океана воздушной стихии»).

[5] Под сочинениями о «вечерних зрях» Торричелли понимает целый ряд трактатов более раннего времени, посвященных названию «De sterusculis», касавшихся главным образом вопросов атмосферной рефракции. Арабский оптик Ибн ал-Хайсам (Алхазен, 965—1039), которому принадлежит трактат на подобную тему, а также польский оптик Витело (XIII в.)

определяли высоту атмосферы в 52 мили (~76,5 км).

Если принять высоту атмосферы в 50 миль (~73 600 м), то приезде одинаковой плотности и весе воздуха $= \frac{1}{400}$ веса воды, оказалось бы, что предельная высота водяного столба равна 184 м, т. е. «страх пустоты», удерживающий воду на высоте, оказался бы гораздо значительнее, чем это можно было предполагать на основании опыта (предельная высота приблизительно равна 10,5 м).

[6] Флорентийский локоть равен примерно 0,584 м. Он делился на 18 дюймов, или пальцев (diti).

[7] Ср. высказывание Балиани в письме Галилею от 24 октября 1630 г. (G. Galilei. Le Opere, vol. XIV. Firenze, 1904, p. 159). Говоря о том, что давление воздуха не ощущается нами, так как производится со всех сторон, Балиани указывает, что оно стало бы ощутимым, если бы мы испытывали только давление столба воздуха над нашей головой, и продолжает: «Хотя я и полагаю, что чем воздух выше, тем он легче, я думаю, такова его необъятность, что какой бы малой ни была его тяжесть, если бы тяжесть всего этого воздуха, находящегося сверху, сделалась ощутимой, то ощущалась бы она как весьма значительная, но не бесконечная, и, следовательно, как определенная, которая могла бы быть преодолена пропорциональной ей силой, и таким образом [в трубке] получалась бы пустота».

[8] Тезис о том, что пустота есть логический абсурд и абсолютно невозможна, защищали средневековые аристотелики, находившиеся под влиянием Аверроэса. В 1277 г. богословы Парижского университета под председательством Этьена Тампье, епископа Парижа, осудили в числе других аверронистических положений и то, которое гласило, что пустота не может быть образована даже божественной силой, так как подобное утверждение ограничивало бы всемогущество божие. Разумеется, такая ревизия строго аристотелевских взглядов, продиктованная чисто богословскими соображениями, имеет лишь чисто внешнее сходство с позднейшей ревизией аристотелевских взглядов у «вакуистов», защищавших возможность существования пустого пространства аргументами совершенно иного рода.

[9] qui Bacchanalia vivunt Epicuri de grege porcis — те, кто проводят жизнь в вакханалиях в угоду свиньям из Эпикурова стада. В основе — стих Горация (Послания 1,4, 15—16), которые на протяжении столетий цитировались и перефразировались противниками эпикурейства.

[10] Характерное для многих естествоиспытателей XVII в. стремление размежевать вопросы физические и богословские. Так, например, Пьер Гассенди, возрождавший атомизм Эпикура, осуждал поведение тех,

«кто сейчас же ищет покровительства в писании для всего того, что только им пригрезится в физике» (G a s s e n d i. Opere, vol. III. Lugdunum, 1658, p. 231).

[11] Тем же принципом простоты объяснения руководствовался и Торричелли, выдвигая, например, такие положения, которые были сформулированы уже английскими номиналистами XIV в. На этом основании Торричелли изгонял из физики такие понятия, как холод, тьма, легкость, которые в старой физике мыслились в виде

ОБ АРИФМЕТИЧЕСКОМ ТРАКТАТЕ АБУ-Л-ВАФЫ

(Арабские канонические дроби)

Трактат выдающегося математика X в. Абу-л-Вафы (940—988)¹ «О том, что нужно знать писцам и дельцам и другим из науки арифметики», насколько известно, является наиболее ранней арабоязычной работой по арифметике, дошедшей до нас на языке подлинника². Мы располагаем фотоконией рукописи этого трактата³, хранящейся в Лейденской библиотеке (рукопись № 103). Этот список содержит сейчас 113 листов, причем из контекста видно, что несколько листов (между листами 89 и 90) по существу не достает. Характер ряда искажений текста позволяет предполагать, что это копия, сделанная мало сведущим в математике переписчиком. Ни дата составления копии, ни дата составления трактата не указаны. Почерк переписчика более или менее четкий; интересно отметить, что почти всюду проставлена огласовка. Числа всюду записаны словами. Надо полагать, что трактат предназначался не для первоначального обучения. Это следует, например, из того, что Абу-л-Вафа излагает умножение и деление целых чисел, ничего не говоря об их сложении и вычитании, а при извлечении корней из чисел он не объясняет этого действия, а отсылает читателя к другому своему сочинению. Доказательства опускаются, «чтобы не удлинить книгу». За предисловием, в котором

¹ Абу-л-Вафа родился в Хорасане, но большую часть своей жизни провел в Багдаде. Подробности его биографии и перечень его работ приводятся Ф. Вёнке (F. Woercke. «Journ. Asiatique», série 5, t. V, 1855, p. 243—256).

² Трактат ал-Хорезми, написанный раньше (IX в.), дошел до нас в неполной латинской версии.

³ Трактат до сих пор не был опубликован. С ним ознакомились Ф. Вёнке (F. Woercke. Sur l'introduction de l'arithmétique indienne en Occident. Rome, 1859, p. 53—55) и П. Люкей (P. L u s k e y. Die Rechenkunst bei Gamsīd B. Mas'ūd al-Kāšī. Wiesbaden, 1951, S. 30, 83—85).

неких реальностей, существующих наряду с теплотой, светом, тяжестью. См. Torricelli, Opere, vol. II, 1919, p. 38.

[12] Ср. выше, стр. 96 о Беекмане и Балиани.

[13] В этом разъяснении Торричелли наметил программу тех опытов, которые позднее получили название «пустоты в пустоте» и были произведены в разных вариантах в 1647—1648 гг. французскими учеными А. Озу (Auzout), Б. Паскалем и Робервалем.

речь идет о назначении книги, следует подробное оглавление, в котором указывается, что все сочинение состоит из семи «ступеней». Лейденская рукопись представляет лишь первую часть, содержащую первые три его ступени.

В настоящей работе мы остановимся на первой ступени трактата, которая на наш взгляд представляет наибольший интерес для историков математики.

В начале первой ступени Абу-л-Вафа приводит следующую классификацию видов дробей, принятую у писцов и вычислителей. Дроби $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}$ называ-

ются «главными» («руус»). Дроби $\frac{m}{n}$ ($1 < m < n \leq 10$) называются составными («мурракаб») и мыслятся как совокупность одинаковых главных дробей. Дроби вида $\frac{1}{m} \cdot \frac{1}{n} \dots$

$\frac{1}{p}$, где $\frac{1}{m}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{p}$ ($m \leq n \leq \dots \leq p$) — главные дроби, называются «соединенными» («мудáf») и мыслятся как «дроби от дробей», а не как произведения главных дробей.

«Невыразимой» («ағам») называется дробь, «получение которой невозможно посредством дробей этих трех видов, например, две части из одиннадцати, три части из тринадцати, четыре части из семнадцати»⁴. Из дальнейшего текста видно

⁴ При этом $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}; \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}; \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4}; \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5};$

$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}$ заменяются соответственно $\frac{1}{4}; \frac{1}{6};$

$\frac{1}{8}; \frac{1}{10}; \frac{1}{9}$. Встречающиеся в тексте дроби

вида $\frac{m}{n} \cdot \frac{1}{k}$, где $\frac{m}{n}$ — составная, а $\frac{1}{k}$ — главная дробь, Абу-л-Вафа называет «соединенно-составными».

⁵ Лейд. рук., л. 5 и 5 об.

что речь идет о дробях, которые невозможно выразить через дроби первых трех видов при помощи сложения и умножения, т. е. о дробях, знаменатель которых содержит в качестве множителей простые числа больше семи.⁶ «Красивыми» дробями писцы и вычислители, по свидетельству Абу-л-Вафы, считали лишь первые три вида дробей, невыразимые же дроби считали «безобразными». Это подтверждается следующими словами Абу-л-Вафы: «Писцы и чиновники считают невыразимые дроби очень некрасивыми⁷, до такой степени, что если они желают выразить какую-либо невыразимую дробь, они уменьшают ее до главной дроби, или до составной, или до соединенной и выражают ее по приближению, и это приближение для них предпочтительнее точной дроби, т. е. невыразимой. Например, три части из одиннадцати — это по приближению будет четверть и пятая девтой, а также пятая и две трети девятой. Это у них считалось красивее, чем если бы они сказали „три из одиннадцати частей“»⁸.

⁶ В арабском языке для дробей $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, ..., $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$ существуют специальные числительные, образованные, за исключением половины, от того же корня, что и названия соответствующих целых чисел. Так, слово «сулс» (от *сала́са* — 3), означает $\frac{1}{3}$, а слово «хумс» (от *хамса* — 5) означает $\frac{1}{5}$. Эти числительные склоняются во всех трех числах (единственном, двойственном и множественном), так что например, $\frac{3}{5}$ по-арабски выговаривается «сала́са ахамс» («сала́са» — три, «ахамс» — родительный падеж множественного числа от «хумс»). Прочие дроби в эпоху Абу-л-Вафы выражались либо через вышеуказанные, например, $\frac{1}{45}$ выговаривалась как «сулс сулс хумс» (такая конструкция называется в арабской грамматике «ида́а-фа» — присоединение, откуда и название таких дробей: «муда́фа»), — либо же описательно при помощи слова «части», например, $\frac{1}{17}$ можно было выразить лишь как «три части из семнадцати частей». Эти особенности арабского языка эпохи Абу-л-Вафы нужно постоянно иметь в виду для понимания дальнейшего. В настоящее время арабы произносят дробь $\frac{p}{q}$ как «*p* частей из *q* частей», однако пользуются и числительными m/n ($1 \leq m < n \leq 10$).
⁷ Соответствующее арабское слово «*наста́кбаху́на*» можно также перевести «считают безобразными, отвратительными».
⁸ Лейд. рук., л. 5 об.

Определив отношение как «меру одного из двух чисел по сравнению с другим», Абу-л-Вафа пишет, что любое отношение меньшего числа к большему следует выражать — точно или приближенно — через сумму дробей первых трех видов, которые мы будем называть в дальнейшем арабскими каноническими дробями. При этом писцы и вычислители, по словам Абу-л-Вафы, предпочитали главные и соединенные дроби составным. Анализ примеров, содержащихся в трактате Абу-л-Вафы, показывает, что в подавляющем большинстве случаев окончательные результаты действий с дробями выражены через различные главные и соединенные дроби, составные же используются в начальных данных и в промежуточных выкладках, очевидно, для сокращения записей и вычислений. Выражение какой-либо дроби в виде суммы различных главных и соединенных дробей мы называем арабским каноническим разложением в отличие от древнеегипетского разложения на сумму долей единицы.

В дальнейшем Абу-л-Вафа переходит к решению поставленной задачи о каноническом разложении любого отношения. Сначала он показывает, как разложить отношения $n : 60$ и $(n + \alpha) : 60$, где n — целое число, меньшее 60, α — дробь, принимающая все значения вида $\frac{p}{q}$ и $\frac{p}{q} \cdot \frac{1}{k}$, где $\frac{1}{k}$ —

главная дробь, а p/q также главная или составная дробь ($1 \leq p < q \leq k \leq 10$). Для разложения отношения вида $n : 60$ Абу-л-Вафа прежде всего рекомендует за-

помнить, что $1 : 60 = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{10}$; $2 : 60 = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{10}$;

$3 : 60 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10}$; $4 : 60 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{10}$; $5 : 60 =$

$= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6}$; $6 : 60 = \frac{1}{10}$. Затем он вводит че-

тыре «опоры» («у́су́л») — так именуются дроби

$$\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{10} \text{ и } \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{10}.$$

«Опора» $\frac{1}{4}$ и ее «разбиение из шестидесяти»¹⁰ («тафе́йл мин асситти́на»), то есть, число 15, используются, когда $n = 25, 35, 45, 55$. Разбивая n на два слагаемых, одно из которых 15, Абу-л-Вафа всегда получает в качестве второго слагаемого число, отношение которого к 60 выражается глав-

⁹ В выражениях $p : q$ знаком « $:$ » мы обозначаем деление при $p > q$ и «отношение» при $p < q$.

¹⁰ Под «разбиением из шестидесяти» дроби α Абу-л-Вафа понимает число, которое получится, если от 60 «взять» α частей.

ной дробью или дробью $\frac{2}{3}$ (дробь $\frac{2}{3}$ в арабском каноническом разложении играет такую же роль, как и главная дробь); например, $55 : 60 = 40 : 60 + 15 : 60 = \frac{2}{3} +$

$+\frac{1}{4}$. «Опора» $\frac{1}{5}$ и ее «разбиение» 12 применяются для чисел n вида $10k + 2$ и $10k + 7$ ($k = 1, 2, 3, 4, 5$); например, $27 : 60 = 15 : 60 + 12 : 60 = \frac{1}{4} + \frac{1}{5}$. «Опо-

ра» $\frac{1}{10}$ и ее «разбиение» 6 используются, если $6 < n < 10$ или если n имеет вид $10k + 1, 10k + 3, 10k + 6, 10k + 8$; например, $33 : 60 = 27 : 60 + 6 : 60 = \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$.

Наконец, «опора» $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{10}$ и ее «разбиение» 4 приводят к цели, если $n = 10k + 4$ или $n = 10k + 9$; например, $49 : 60 = 45 : 60 + 4 : 60 = \frac{3}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{10}$.

Переходя к разложениям $(n + \alpha) : 60$, Абу-л-Вафа дает для каждого значения α правило-рецепт, состоящее из нескольких указаний. Первое указание каждого правила состоит в том, что отношение $\alpha : 60$ равно такой-то канонической дроби (на-

пример, $\frac{3}{8} : 60 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{10}$). Казалось бы, подобное указание и правила для разложения $n : 60$ достаточны для разложения $(n + \alpha) : 60 = n : 60 + \alpha : 60$, а другие указа-

ния излишни. Для современного читателя главная трудность этих правил-рецептов как раз и состоит в том, чтобы понять назначение этих других указаний: Абу-л-Вафа не делает никаких замечаний по этому поводу. Разгадка состоит в том, что одни канонические разложения предпочитались другим. Следующий пример из второй ступени¹¹ подтверждает сказанное. При деле-

нии $11 + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$ на 24 Абу-л-Вафа сначала делит 11 на 24 и получает $\frac{1}{3} + \frac{1}{8}$, затем делит $\frac{1}{4} + \frac{1}{6}$ на 24 и получает $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{9}$, однако окончательный

результат — не $\frac{1}{3} + \frac{1}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{9}$, а $\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{9}$, а $\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{9}$ ¹². Ясно, что соединенная дробь, состоящая из меньшего числа главных дробей, считалась

«красивей» дроби, состоящей из большего числа таких же дробей. Чем компактнее было каноническое разложение, тем «красивее» оно было с точки зрения писцов и это естественно, так как разложение тогда нагляднее, а вычисления проще. Дополнительные указания правил для разложения $(n + \alpha) : 60$ служат именно для того, чтобы при подходящих значениях n найти более «красивые» канонические разложения, чем можно получить, придерживаясь первого указания каждого правила.

Сказанное подтверждается упражнениями, которые Абу-л-Вафа предлагает в конце первой ступени. Так, для разложения $(25 + \frac{6}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}) : 60$ Абу-л-Вафа дает два

ответа¹³: $\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{9}$ и $\frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7}$, а не $\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{10} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{10}$. Дело здесь в следующем. В правиле для $\alpha = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}$ имеется, в числе других, указа-

ние, что $(\frac{6}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}) : 60 = \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{9}$, и указание¹⁴ «выделить» одну из дробей $\frac{1}{3}, \frac{1}{7}$, $\frac{4}{7}, \frac{6}{7}$, а в правилах для $\alpha = \frac{1}{3}$ и $\alpha = \frac{2}{7}$ — указания, что $6 \frac{2}{3} : 60 = \frac{1}{9}$ и $4 \frac{2}{7} :$

$: 60 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7}$. Тогда первое разложение получается так:

$$(25 + \frac{6}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}) : 60 = 25 : 60 + (\frac{6}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}) : 60 = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{9}.$$

Для второго разложения «выделим» из $6 \frac{2}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}$ дробь $\frac{4}{7}$. Имеем: $\frac{6}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7} - \frac{4}{7} = \frac{2}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}$, откуда $\frac{6}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7} = \frac{2}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7} + \frac{4}{7} = \frac{2}{7} \cdot (\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7} + \frac{4}{7}) = \frac{2}{7} \cdot \frac{2}{7}$, и тогда

$$(25 + \frac{6}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{7}) : 60 = (15 + 6 \frac{2}{3} + 4 \frac{2}{7}) :$$

$: 60 = \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{7}$. Оба разложения считаются одинаково «красивыми». Другие примеры снабжены лишь одним ответом, но Абу-л-Вафа отмечает, что возможны и иные ответы. Отсюда видно, что арабские

¹³ Там же, л. 27.

¹⁴ Под «выделением» дроби Абу-л-Вафа понимает «разложение» на слагаемые, одно из которых равно данной дроби.

¹¹ Примеры взяты из текста Лейд. рук., л. 8 об. и л. 9.

¹² Лейд. рук., л. 64 об.

писцы не задумывались над выбором того или иного разложения с минимальным числом слов-числительных.

Разложения отношений других чисел Абу-л-Вафа получает при помощи разложения отношений к 60, основываясь на равенстве $p:q = (60p:q):60 = (n+\alpha):60$; предполагаем, что $p < q$ и оба целые. Абу-л-Вафа иллюстрирует свой прием на следующих двух примерах¹⁵:

$$7:15 = [(7 \cdot 60):15]:60 = 28:60 = \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{10},$$

$$17:72 = [(17 \cdot 60):72]:60 = 14\frac{1}{6}:60 = \frac{1}{8} + \frac{1}{9}.$$

Этот прием приводит к правилам Абу-л-Вафы для разложений $n:60$ и $(n+\alpha):60$ не при всех p и q . Как поступить в других случаях, Абу-л-Вафа не объясняет¹⁶. Однако ясно, что, повторив этот прием несколько раз, можно получить точное каноническое разложение отношений $p:q$, где p — целое число, а $q = 2^3 \cdot 3^5 \cdot 7^4$. В общем случае¹⁷ (k — наибольшее из чисел $\left[\frac{r+1}{2}\right]$, s, t) $p:q = (60^k \cdot p:2^3 \cdot 3^5 \cdot 7^4):60^k = (N+M:7^4) = 60^k = N:60^k + (M:60^k) \cdot \frac{1}{7^4}$.

Отношение $N:60^k$ и $M:60^k$ легко последовательным делением на 60 привести к отношению $n:60$, $n < 60$. Сокращение дробей можно было бы осуществить при помощи алгоритма Евклида, изложенного во второй ступени трактата. Если p и q — дроби, то их отношения можно привести к отношению целых чисел приведением к наименьшему общему знаменателю. Так именно и поступает Абу-л-Вафа во второй ступени при делении дробей. Вот один из его примеров¹⁸: $\frac{3}{4}:\frac{3}{7} = 21:12 = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$.

Прием многократного умножения на 60 с последующим делением на 60 применяется Абу-л-Вафой для приближенного разложения невыразимых отношений. Например¹⁹,

$$3:17 = (180:17):60 = (10+10:17):60 \approx 11:60 = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{10}.$$

причем Абу-л-Вафа поясняет, что 10:17 «восполняются» до единицы, «потому что десять больше половины семнадцати». Если желательно иметь лучшее приближение, то рекомендуется поступить так:

$$\begin{aligned} 3:17 &= (10+10:17):60 = [10+ \\ &+ (600:17):60]:60 = [10+35:60+ \\ &+ (5:17):60]:60 \approx \left(10+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}\right):60 = \\ &= 6:60 + 3\frac{1}{3}:60 + 1\frac{1}{4}:60 = \frac{1}{10} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{9} + \\ &+ \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{8}. \end{aligned}$$

(5:17 отбрасываются, так как «пятнадцать меньше половины семнадцати»).

Писцы, по словам Абу-л-Вафы, при приближенном разложении невыразимого отношения двух чисел поступали иначе. Они прибавляли к обоим числам подходящее число, после чего отношение становилось «выразимым». Например²⁰, $3:17 \approx (3+1):(17+1) = \frac{2}{9}$. Чем меньше прибавляемое число, говорит Абу-л-Вафа, тем точнее приближение, поэтому лучше прибавить²¹ к 3 и 17 дробь $\frac{1}{7}$ и получить: $3:17 \approx$

$\approx 3\frac{1}{7}:17\frac{1}{7} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{10}$. Так как найти подходящую дробь трудно, то Абу-л-Вафа рекомендует применять первый способ приближенного разложения.

Таково вкратце содержание первой ступени трактата Абу-л-Вафы. В основном эта часть трактата представляет собой систематизацию традиционных приемов канонического разложения. Автор многократно ссылается на опыт писцов и вычислителей, а в одном месте прямо говорит, что «их опыт в шестидесяти и его частях больше, чем в других числах»²². Возможно, такая систематизация была проведена Абу-л-Вафой впервые. Лично Абу-л-Вафе принадлежит, вероятно, обобщение на случай приближенного разложения приема одновременного умножения и деления на 60. Сам этот прием, которым, по свидетельству Абу-л-Вафы, хорошо владели писцы, связан, по-видимому, с шестидесятеричным строением денежной и весовой системы восточных арабов (1 дирхам = 60 аширам), которое, в свою очередь, восходит к глубокой древности — к вавилонской системе мер.

Приемы, употреблявшиеся для канонического разложения дробей, естественно, повлияли на технику действий с дробями.

²⁰ Там же, л. 26 об.

²¹ В примерах на приближенное разложение Абу-л-Вафа вычисляет абсолютную погрешность приближения.

²² Лейд. рук., л. 53 об.

¹⁵ Лейд. рук., л. 23.

¹⁶ В своем трактате Абу-л-Вафа часто апеллирует к смысловости читателя.

¹⁷ 1:60 заменяется в каноническом разложении $\frac{1}{6} + \frac{1}{10}$.

¹⁸ Лейд. рук., л. 60 об.

¹⁹ Там же, л. 25.

Так, во второй ступени Абу-л-Вафа сообщает, что писцы и вычислители при сложении дробей находили соответствующие части от 60, складывали их и сумму «относили» к 60, т. е. находили разложение отношения этой суммы к 60. Например,

при сложении $\frac{4}{5}$ и $\frac{2}{3}$ и $\frac{3}{10}$ поступали так²³: $\frac{4}{5} + \frac{2}{3} + \frac{3}{10} = \left[\left(\frac{4}{5} + \frac{2}{3} + \frac{3}{10}\right) \cdot 60\right]:60 = 106:60 = 1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{10}$. Вычитание и умножение дробей производилось по той же схеме. Скажем²⁴, при умножении $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{3}$ на $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{5}$ находили $\frac{1}{4} + \frac{1}{5}$ от 60, т. е. 27, затем «брали» $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{3}$ от 27 и получали число $22\frac{1}{2}$, отношение которого к 60 давало $\frac{1}{4} + \frac{1}{5}$.

Перейдем теперь к вопросу об исторической связи между древнеегипетским каноническим разложением и арабским. Уже давно обращалось внимание²⁵ на известное сходство между арабскими и древнеегипетскими каноническими дробями. Центральную роль в обоих случаях играли доли единицы. Сходство несомненно, но столь же очевидны и существенные различия, из которых мы укажем на: а) наличие среди арабских канонических дробей составных дробей $\frac{m}{n}$ ($1 < m < n \leq 10$); б) отсутствие

дроби $\frac{1}{p}$, где в состав p входит хотя бы одно простое число больше 7; в) мультипликативное выражение остальных долей единицы, меньших $\frac{1}{10}$ ($\frac{1}{12} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6}$ и т. п.); г) отсутствие символической записи дробей. Прежние исследователи этого вопроса на первый план выдвигали преобладание долей единицы и различие «выговариваемых» дробей от «немых», или «невывариваемых» (то есть «невыразимых»), причем значение и смысл этих терминов часто не уяснились до конца. Другие же особенности арабских канонических дробей, а самое главное, каноническое разложение и способы его получения не упоминались, хотя работа ал-Карраджи, или, как его иногда называют, ал-Кархи, «Достаточно об арифметике» (начало XI в.), опубликованная еще в 1878 г., содержит такую же классификацию дробей и такие же приемы для точного или приближенного

разложения отношений²⁶, как и работа Абу-л-Вафы. Естественно, что при таком подходе, обусловленном, по-видимому, ошибочной концепцией, согласно которой арабы в области математики «все заимствовали» у покоренных ими народов²⁷, особенности арабских дробей объяснялись — с оговорками или без них — ссылкой на египетское влияние. На такой точке зрения стоит, по сути дела, М. Кантор²⁸, а также И. Тропфке²⁹, К. Фогель³⁰ и др.

²³ Там же, л. 54.

²⁴ Там же, л. 57 об., л. 58.

²⁵ Л. Роде в частном письме (1879 г.). См. М. Cantor. Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. Bd. 1. Berlin — Leipzig, 1922, S. 67—68, 718.

²⁶ А. Hochheim. Kāfi fil Hisāb von Alkachi. Halle, 1878—1880, гл. X, XVI—XXIII, XXVI—XXVII.

По нашему мнению, нет никаких оснований утверждать, что особенности дробей у арабов возникли под влиянием египетского канонического разложения. Все данные говорят в пользу самостоятельности арабского канонического разложения. Во-первых, гипотеза о египетском влиянии не объясняет различий между египетскими и арабскими каноническими дробями, которые, как мы видели, весьма существенны. Во-вторых, особенности арабского канонического представления дробей теснейшим образом связаны с арабским языком, так что нет оснований объяснять их чужим влиянием. В-третьих, способы получения арабского канонического разложения, в которых основную роль играет число 60, отличны от способов, которыми могли пользоваться египетские писцы для получения своих разложений³¹. В-четвертых, в пользу самостоятельности арабских канонических дробей говорит тот факт, что почти у всех народов, преимущественно на раннем этапе развития, мы встречаем специальное применение долей единицы и «соединенных» дробей. Так, тамилы, одна из народностей Индии, выража-

ли все дроби через $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{16}, \frac{1}{40}, \frac{1}{80}, \frac{1}{960}$, для последних они имели особые слова и знаки³². В самых древних индийских сочинениях мы находим аликвотные дроби и «соединенные» дроби, а также вычисления с ними³³. Долями единицы пользова-

²⁷ Ср. критику этой концепции у А. П. Юшкевича «Математика народов Средней Азии в IX—XV вв.» «Историко-математические исследования», 1951, вып. 4, стр. 455—462.

²⁸ M. Cantor. Vorlesungen über Geschichte der Mathematik..., S. 718, 813.

²⁹ J. Tropfke. Geschichte der Elementar-Mathematik. Berlin — Leipzig, 1930, Bd. 1, SS. 150, 155.

³⁰ K. Vogel. Die Grundlagen der ägyptischen Arithmetik. München, 1929, S. 187.

³¹ М. Я. Введенский. Арифметика и алгебра в древнем мире. М., 1940, стр. 20—28.

³² H. Hankel. Geschichte der Mathematik in Altertum und Mittelalter. Leipzig, 1874, S. 63.

³³ J. Tropfke. Geschichte der Elementar-Mathematik..., S. 159; M. Cantor. Vorlesungen über Geschichte der Mathematik..., S. 640, 642, 643; B. Datta and A. N. Singh. History of Hindu Mathematics, part 1. Lahore, 1935, p. 185.

лись и шумерийцы до того, как у них окончательно утвердились шестидесятеричные дроби (даже тогда у них остались особые знаки для $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$). Это засвидетельствовано в хозяйственных текстах примерно 3000 г. до н. э.³⁴ В договорах времен Селевкидов, найденных в Уруке, находим выражения: $\frac{1}{6} + \frac{1}{9}$; $\frac{1}{6} + \frac{1}{18} + \frac{1}{60}$;

$\frac{1}{30} + \frac{1}{3} + \frac{1}{60}$ части дня; в одном документе находим выражение «половина трех частей дня»³⁵. В задачах 1—11 четвертой книги³⁶ китайской «Математики в десяти книгах» (263 г.) определяется длина поля с единичной площадью по его ширине $1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n}$,

где $n = 1, 2, 3, \dots, 12$. Древнееврейский язык обнаруживает большое сходство с арабским в отношении способов выражения дробей³⁷. С долями единицы и «соединенными» дробями мы встречаемся в античном Риме и в древнерусских источниках³⁸.

Объяснить все эти факты одним египетским влиянием вряд ли возможно. Гораздо естественнее принять наличие общей закономерности, состоящей в том, что развитие понятия дроби у большинства народов шло по пути первоначального создания той или иной совокупности узловых дробей, большей частью долей единицы; одни народы, например индийцы, китайцы и вавилоняне, рано перешли к другим,

³⁴ J. Tropicke. Geschichte der Elementar-Mathematik..., S. 152

³⁵ F. Thureau-Dangin. Hystory of the sexagesimal system. «Osiris», vol. 7, 1939, p. 109—110.

³⁶ Математика в десяти книгах. Перевод Э. И. Березкиной. «Историко-математические исследования», 1957, вып. X, стр. 463—468.

³⁷ Mischonath Ha-Mmiddoth. «Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik», H. 3. Leipzig, 1880, SS. 17, 20. Интересно было бы исследовать с этой точки зрения другие семитические языки.

³⁸ И. Г. Башмакова и А. П. Юшкевич. Происхождение систем счисления. Энциклопедия элементарной математики, кн. 1. М., 1951, стр. 62—63, 65. более совершенным системам дробей; у

других же, как у египтян и арабов, традиция оказалась настолько сильной, что по мере расширения запаса дробей другие дроби стали выражаться через узловые. Конечно, заимствование одним народом системы дробей у другого в принципе не исключается, но оно должно быть доказано на фактическом материале.

В заключение коснемся вопроса о влиянии трактата Абу-л-Вафы³⁹ на трактат ал-Караджи «Достаточное об арифметике». Ал-Караджи указывает в конце своего сочинения, что вопросы, решенные в нем, заимствованы из сочинений различных ученых⁴⁰. Сравнивая оба трактата, мы можем легко убедиться в том, что ал-Караджи очень многое заимствовал у Абу-л-Вафы. Так, в главах X, XVI—XXIII, XXVI—XXVII мы находим такую же классификацию дробей, как у Абу-л-Вафы⁴¹, и те же приемы для точного или приближенного разложения любого отношения. Ал-Караджи приводит те же определения умножения и деления и те же схемы умножения и деления целых чисел и дробей, что и Абу-л-Вафа; при сложении дробей он приводит их, как и Абу-л-Вафа, к наименьшему общему знаменателю, причем нахождение наименьшего общего кратного иллюстрирует на примере чисел 1, 2, ..., 10, который имеется и у Абу-л-Вафы. Можно было бы указать на ряд других общих моментов в обоих сочинениях.

Мы остановились здесь лишь на одной из «ступеней» трактата Абу-л-Вафы. Много интересного и важного имеется и в других сохранившихся частях трактата, к разбору которых мы надеемся возвратиться в дальнейшем.

М. И. Медовой
(Тула)

³⁹ На связь арифметического трактата ал-Караджи с трактатом Абу-л-Вафы впервые обратил внимание П. Люкей. См. P. Luckey. Die Rechenkunst bei Ġamšid B. Mas'ūd al-Kāšī..., S. 84.

⁴⁰ См. В. Е. Ващенко-Захарченко. История математики. Киев, 1883, стр. 490.

⁴¹ Разница лишь в том, что Абу-л-Вафа пишет, что эта классификация принята у писцов и т. п., а ал-Караджи ссылается на «знатоков».

ПИСЬМО П. Н. ЛЕБЕДЕВА К Н. А. УМОВУ *

Москва 3(15) июня /18/96 г.

Многоуважаемый Николай Алексеевич! Возвратившись из деревни, куда я

уезжал на несколько дней, чтоб вздохнуть, я нашел Ваше письмо и спешу отвечать.

Скончался Александр Григорьевич [1] от осложнившейся воспалением легкого инфлуэнцы, тихо, спокойно, без каких-либо страданий...

* Архив АН СССР, ф. 320, оп. 2, д. № 84 (фотокопия хранится в Музее земледелия МГУ).

Вы знаете, каким расположением со стороны покойного я пользовался — мне посчастливилось сблизиться с ним как с человеком, независимо от моего положения подчиненного, увидеть отношение его недостатков к его достоинствам в истинном свете — не буду говорить, как тяжела была для меня эта чисто личная потеря [2].

... После покойного не осталось нота-риального завещания, а только записка, в которой он просит родственников исполнить его волю: он завещал все, что окажется полезным из своей библиотеки, в дар нашей Лаборатории — родственники, исполняя его волю, просили меня разоб-браться в его книгах, и я все полезное уже отобрал: в нашей библиотеке пополнится тот крупный пробел в области отдельных собраний сочинений и в новейших курсах, который многократно заставлял себя чувствовать [3].

* * *

Вы любезно спрашиваете меня, не будет ли у меня каких-либо вопросов, по поводу которых я мог побеседовать с Вами. Во-первых, у меня есть «деловые» вопросы, а во-вторых, и личные. К «деловым» относится все то, что касается лаборатории и представит Вам интерес, если Вы возьмете на себя заведывание кабинетом и лабораторией.

1) Для предполагаемого расширения лаборатории необходимо соответственно приспособить нижнее помещение (бывшую квартиру А. П. Сабанеева). Алекс. Григ. в конце апреля подал заявление с подробным планом проводов воды, газа, электричества и электрического освещения, а также указал необходимость соединить оба помещения теплой, внутренней лестницей. Так как «бумага» формально запоздала, хотя заявление архитектору было сделано гораздо раньше, и Быковский [4] осматривал помещение, если не ошибаюсь, в январе и обещал немедленно (как всегда!) составить смету — но, конечно, ничего не сделал; в Правлении денег нет (как всегда!), и они, пользуясь случаем, не хотят делать устройство в этом году, что равносильно тому, что квартира бесполезно пропустит еще одну зиму. Так как я сам, вероятно, ничего не добьюсь, то не найдете ли Вы возможным попросить кого следует позаботиться об интересах нашей лаборатории. Что касается самых деталей плана, т. е. где и сколько рожек, то не думаю, чтобы тут были какие-либо промахи, так как чертеж составлен мной по разметке мелом на месте.

2) Осенью в Обществе любителей естествознания одно заседание Н. Е. Жуковский предполагает посвятить памяти А. Г. Столетова. Там я предполагаю прочесть «Обзор экспериментальных работ Столетова [5] (с демонстрациями)» и буду просить Вашего согласия:

а) воспользоваться всеми приборами, которые А. Г. построил специально для своих опытов и которые находятся в коллекциях кабинета и лаборатории, и б) собирать и сохранять эти приборы на одной из полок в шкафах кабинета с надписью «Приборы А. Г. Столетова» [6]; особенно благодарен будет за последнее И. Ф. Усагин [7].

3) Теперь я перехожу к вопросу, стоящему на рубеже между деловым и личным. На днях я буду утверждать приват-доцентом [8] и предполагаю, если окажется возможным, с осеннего семестра начать курс. Должен сказать прямо, что желание вообще читать курс у меня всегда было слабым — я не могу перестать сомневаться в моих лекторских способностях, т. е. в виртуозном таланте преподавателя; теперь же меня побуждает к тому тот интерес к предмету, который поглотил меня без остатка, и я ищу случая поделиться всем тем, что у меня на душе. Последнее время, как я Вам говорил, я погружился в спектральный анализ [9] в видах моих исследований, которые привели меня к работам в этой области. Трудно представить себе тот хаос обрывочных выводов из отдельных, ненадежных наблюдений и удручающий перечень различных λ ! И вместе с тем чувствуется, что в этом хаосе лежит что-то колоссальное и простое. Весь этот материал не поддается еще той законченной обработке, которую допускают наблюдения и факты в других областях физики — есть «логические» проблемы в исследованиях, заполнить которые можно только в будущем; вот в чем лежит причина, почему в общих курсах нет возможности касаться других законов спектрального анализа, кроме постоянства λ и закона Кирхгофа, не рискуя удручить слушателя массой несвязанных фактов. Но мне кажется, что для желающих ближе познакомиться с физикой, для тех, которые и сами потом будут исследователями, не только излишне, но прямо полезно представить и незаконченную еще область знания, указать новое поле действия. Вот почему мне хотелось бы прочитать курс по спектральному анализу: в 14 лекциях осеннего семестра можно подробно изложить современное (...: ужасное!) положение предмета.

Я отлично знаю, что какой-нибудь теоретический курс принесет — как будут думать — больше пользы мне. Но это неправильно: добросовестно подготовившись, я без крупных промахов изложу предмет, формально буду знать на память, но не чувствовать его и, конечно, через год начисто позабуду (как забываю все, к чему не имею таланта); для слушателей мое вполне бездарное изложение тоже не будет находкой. С другой стороны, чтение лекций из той области, в которой я отныне и, вероятно, до конца жизни буду работать — это чтение откроет мне

* Слово написано неразборчиво.

новые горизонты, заставит о многом подумать, что побудит меня творчески работать для уяснения самого вопроса; помимо того, я уверен, что слушатели из прочувствованной лекции вынесут, если и не полезный в будущем материал, то во всяком случае научное настроение — а это, пожалуй, и того больше! Само собой, я, как человек глубоко убежденный и в значении и в позиции эксперимента, хотел бы обставить лекцию хорошо и с демонстрационной стороны — но в этой стороне моих лекций выразится только взгляды заведующего [10].

Что касается моих научных занятий, то я заканчиваю акустические резонаторы и не знаю, как буду действовать дальше, так как моя мать расхварывается серьезно. Во всяком случае очень Вам буду благодарен, если Вы найдете время написать несколько строчек.

Готов к услугам П. Лебедев.

Примечания к письму П. Н. Лебедева к Н. А. Умову

[1] Речь идет о А. Г. Столетове — известном физике, организаторе научных исследований по физике в Московском университете.

[2] А. Г. Столетов в то время был центральной фигурой среди физиков России; он сыграл большую роль в жизни П. Н. Лебедева. Благодаря заботе Столетова, Лебедев после окончания Страсбургского университета был зачислен сотрудником физической лаборатории Московского университета, в которой очень хотел работать. Узнав о согласии Столетова принять его в свою лабораторию, Лебедев писал в последнем письме из-за границы: «Если мне сейчас предложат выбор между богатством индийского раджи, с условием оставить науку и заниматься или не заниматься чем угодно, и между скудным пропитанием, неудобной квартирой, но превосходным институтом, то у меня и мысли не может быть о колебании»*.

В лаборатории Столетова Лебедев с большим успехом начал свои научные исследования. Из его дневника видно, что в период работы у Столетова он проделал почти всю подготовительную работу по исследованию поперечного действия волн разной природы на соответствующие резонаторы, исследованию светового дав-

ления на твердые тела и на газы, а также выполнил исследования по оптическим свойствам самых коротких электромагнитных волн и расширил план дальнейших исследований.

В течение всего времени работы в физической лаборатории Московского университета Лебедев постоянно ощущал со стороны Столетова активную моральную поддержку. Тесное общение молодого ученого с А. Г. Столетовым оказало большое влияние на прогрессивные воззрения П. Н. Лебедева.

[3] На физическом факультете Московского университета и до настоящего времени существует библиотека А. Г. Столетова, в организации которой принял активное участие П. Н. Лебедев.

[4] К. М. Быковский — архитектор.

[5] В этом обзоре П. Н. Лебедев особенно подчеркнул роль работы А. Г. Столетова по определению электродинамической постоянной (скорости света), которая оказала большое влияние на развитие дальнейших исследований электромагнитной природы света.

[6] К сожалению, эта идея П. Н. Лебедева не была реализована и прежде всего по вине Н. А. Умова.

[7] Н. Ф. Усагин — ассистент демонстраций опытов по физике в Московском университете.

[8] На должность приват-доцента кандидатуру П. Н. Лебедева представил А. Г. Столетов.

[9] К вопросам спектрального анализа у П. Н. Лебедева усилился интерес в связи с результатом его работы по поперечному действию волн разной природы на соответствующие резонаторы. Лебедев предполагал при помощи этих исследований и, в частности, исследования процессов, протекающих в области резонансного поглощения и излучения, подойти к выяснению природы молекулярных сил. Однако существенного вклада в область спектрального анализа Лебедев не внес.

[10] Как установлено по архивным документам*, Н. А. Умов в течение многих лет стремился заставить П. Н. Лебедева читать курс теоретической физики; сам Умов никогда не читал студентам теоретической физики. Теоретическую физику в Московском университете до Великой Октябрьской социалистической революции впервые начал читать Н. П. Кастерин.

А. Р. Сердюков

* Научное наследство, т. I. М., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 563—564.

* Архив АН СССР, ф. 293, оп. 2, д. 56, лл. 28—32.

БОТАНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ А. М. БУТЛЕРОВА

Великий русский химик Александр Михайлович Бутлеров (1828—1886), по

свидетельству его биографов, с ранних лет увлекался естественными науками (со-

бирал растения и животных). Это увлечение сохранилось до преклонного возраста. Известно, что Бутлеров с успехом занимался пчеловодством и написал много статей, которые были изданы в 1891 г. отдельной книгой. Его первая работа по пчеловодству «Пчела, ее жизнь и главные правила толкового пчеловодства» (1871) не утратила значения и до сих пор, а брошюра «Как водить пчел» выдержала 12 изданий.

Мало кому известно, что А. М. Бутлеров с увлечением занимался также садоводством и его перу принадлежит свыше двух десятков статей и заметок по плодородию, цветоводству и декоративным растениям¹. Бутлеров состоял активным членом Казанского экономического общества и за период с 1853 по 1885 гг. напечатал в «Записках» этого общества 20 статей, в том числе 12 оригинальных и 8 рефератов статей из иностранных журналов, им было написано также несколько статей в других изданиях.

В Казани, где Бутлеров провел свои молодые годы, у него был участок земли в 1600 м², где Бутлеров выстроил довольно большую оранжерею. На этом участке, а также в своем имении под Казанью, Бутлеров выращивал цветы, плодовые деревья и ставил некоторые опыты по биологии растений.

Ботанические статьи Бутлерова очень разнообразны по содержанию и свидетельствуют о широких интересах автора. Он много работал на своем участке и все время следил за иностранной литературой по вопросам садоводства, осваивал и пропагандировал новые приемы культуры, разрабатывал им самим и почерпнутые из книг и журналов. Больше всего Бутлеров уделял внимания цветам². Он был поборником культуры цветочных растений в открытом грунте, хотя в середине XIX в. значительно больше было распространено тепличное и оранжерейное выращивание декоративных растений. В статье «О возделывании некоторых растений на открытом воздухе»³. Бутлеров приводит свои опыты по зимовке в открытом грунте таких культур, как маргаритки, примулы, люх и луковичные — гиацинты, нарциссы, жонкилли, крокусы и тюльпаны. Уверенность садоводов, что все эти виды зимой непременно погибнут, Бутлеров считал предубеждением, основанным на отсутствии опытов. Он прикрывал растения с

осени слоем коры и древесными листьями, и они прекрасно перезимовывали.

В этой же статье Бутлеров призывает садоводов выращивать луковичные цветочных растений для их размножения в садах, считал это вполне возможным в нашей стране. В те времена луковичные обычно ввозились в Россию из-за границы, главным образом из Голландии и Германии, так как существовало убеждение, поддерживаемое иностранными коммерсантами, что климат России не подходит для их выращивания: луковичные «не вызревают». Призыв ученого казался тогда слишком смелым и не имел успеха.

В 1855 г. Бутлеров опубликовал две содержательные статьи «О выгонке цветочных лукович»⁴, где рекомендует заниматься в комнатных условиях культурой гиацинтов, нарциссов, тюльпанов, а также ландышей. Бутлеров подробно разбирает вопрос о сортах, пригодных для выгонки, и указывает приемы выгонки. Эти статьи интересны даже и в настоящее время, особенно для цветоводов-любителей.

Комнатное цветоводство очень занимало Бутлерова, и в 1857 г. он опубликовал статью «Глухое время»⁵, в которой обосновал возможность иметь в помещении цветущие растения поздней осенью и в течение всей зимы. На основании своего личного опыта Бутлеров привел названия 11 видов растений, которые можно держать зимой при температуре +3+6° R, и 9 видов, нуждающихся в более высокой зимней температуре +10+14° R. Надо отметить, что рекомендуемый Бутлеровым ассортимент зимних растений очень удачен. Бутлеров не только перечисляет пригодные для зимних помещений виды, которые за последнее время, к сожалению, выпали из ассортимента, но и указывает приемы их выгонки и зимнего содержания.

Особенного внимания заслуживает статья Бутлерова «Очерк значения культуры»⁶, где автор высказывает свои взгляды на изменения растений под влиянием культуры, а также свое понимание вида и внутривидовых подразделений. Бутлеров отмечает, что в руках садовода имеется множество возможностей направить развитие растений в нужную ему сторону. Он может изменять «самые свойства растений, производить новые сорта, более удовлетворяющие потребностям человека, чем растение в первоначальном состоянии»⁷.

¹ См. Г. В. Быков. Библиография трудов А. М. Бутлерова. В кн. А. М. Бутлеров. Соч., т. III. М., Изд-во АН СССР, 1958.

² А. М. Бутлеров. Полезные заметки. «Зап. Казанского эконом. об-ва», 1854, ч. 1, отд. 4; «Нечто о розах», стр. 6, 10. «Новая роза», стр. 18, 13; «Желтые розы», стр. 64.

³ Там же, стр. 61—62.

⁴ «Зап. Казанского эконом. об-ва». 1855, ч. 3, отд. 3, стр. 15—20 и 28—34.

⁵ А. М. Бутлеров. Глухое время. «Журн. Садоводства», 1857, 3, стр. 34—41.

⁶ А. М. Бутлеров. Очерк значения культуры. «Журн. Садоводства», 1856, стр. 153—160.

⁷ Там же, стр. 157.

Интересны в этой статье высказываемые Бутлеровым взгляды на систематические единицы и на видообразование: «... определенность, постоянство наружной формы в породах растительного царства простирается до известной только степени. На сходство и различия этой формы основана ботаническая классификация, по которой все сходные особи, способные при взаимном оплодотворении давать плодородное потомство, составляют вид, породу (species). [Здесь и дальше названия подчеркнуты Бутлеровым.— Н. Б.]. Собрание сходных видов дает род (genus); из родов образуются семейства; далее идут порядки, классы и отделы. Вид способен несколько изменяться, не переходя, однако, никогда в другой и сохраняя свой главный признак — произведение плодородного потомства при взаимном оплодотворении различных особей. Эти изменения составляют так называемые *уклонения, отличия* (varietates) вида, *сорты* у культураторов. Число сортов еще умножается *помесьюми, гибридами*, происходящими через искусственное смешение различных видов. Далее, от помесей и отличий происходят в культуре новые отличия и помеси; число сортов делается через это огромным, а отличительные признаки их до того запутанными, незначительными, что в некоторых случаях невозможно привести все сорта к их первоначальным видам (например, сорта роз)⁸».

Как видно, взгляды Бутлерова на вид и внутривидовые подразделения довольно близки к тем, которые спустя полвека высказал акад. В. Л. Комаров.

Дальше речь идет об отборе как способе получения новых сортов: «... каждый вид при размножении семенами дает тот же вид; но иногда растения, даже в диком состоянии, производят уже при этом отличия: в культуре же, под условиями искусственными, отличия являются из семян чаще. Если затем возделыватель будет брать для нового размножения только семена известных отличий, сеять их под теми же искусственными условиями, то уклонения от первоначального вида увеличиваются последовательно в новых генерациях и, наконец, случайное свойство отличия, укоренившись постепенно, может сделаться постоянным в целой расе. Так производятся и сохраняются выведенные возделываемые сорта дву- и однолетних растений, например, махровые левкои, и проч. Часто также происходят и сорта многолетних растений. Всегда, однако ж, при каждом посеве, обнаруживается стремление возвратиться к первоначальному дикому виду, и тем сильнее оно будет, чем меньше участия будет принимать культура, чем естественнее условия, при которых произойдет развитие, и вот почему зерно яблоки, косточка персика дает

⁸ Там же, стр. 158.

скорее дичок, чем прежний или новый благородный сорт⁹.

Вторым способом получения новых сортов Бутлеров называет гибридизацию «различных видов и отличий (разновидностей, по современной терминологии.— Н. Б.), для растений многолетних и смешенно одних отличий для растений однолетних и двулетних, т. е. для тех, которые размножаются только семенами¹⁰». В этих строках Бутлеров высказывает не совсем обоснованную мысль, что для выведения сортов многолетних растений можно производить межвидовую гибридизацию, в то время как для однолетних только внутривидовую, между разновидностями одного вида.

Наконец, третьим, более редким способом получения новых сортов Бутлеров считает «случайное изменение, являющееся на какой-нибудь ветви, которое культиватор сохраняет и делает постоянным через размножение делением (черенками, отводками, прививкой)». В данном случае Бутлеров имеет в виду образование сортов и их закрепление путем вегетативного размножения. Дальше он отмечает значение прививки и указывает, что при этом привой — глазок или черенок, — «сохраняя все особенности своего строения, служит как бы продолжением прежней особи, хотя и сделавшись самостоятельным». Таким образом, мысль о влиянии подвоя на привой была Бутлерову чужда.

Вопрос о прививках растений интересовал Бутлерова еще раньше; как один из приемов размножения растений, трудно поддающихся черенкованию, он рекомендовал прививки на корнях¹¹. Во времена Бутлерова этот способ только начинал входить в употребление для размножения древесных неонов, крупноцветного ломоноса и некоторых других растений. Надо сказать, что и до настоящего времени прививки на корнях употребляются не так часто и главным образом для тех же культур, которые перечислил и Бутлеров, а также для прививки плодовых (корневой ментор).

Несколько статей Бутлерова посвящены плодоводству; одна из первых его ботанических статей касается культуры персика¹². В конце XVIII и в XIX в. культура персиков в оранжереях была в России очень распространена. «В редкой оранжерее, — пишет Бутлеров, — не найдется персика — они у нас любимцы садоводов, а нигде не подвергнуты рациональному возделыванию¹³».

⁹ Там же, стр. 159.

¹⁰ Там же.

¹¹ А. М. Бутлеров. О прививках на корнях. Полезные заметки. «Зап. Казанского эконо. об-ва», 1854, ч. I, отд. 4, стр. 17.

¹² А. М. Бутлеров. О персиковых шпалерах. «Зап. Казанского эконо. об-ва», 1854, ч. I, отд. 3, стр. 50—66.

Персиковые деревья везде содержат в виде шпалер, и, в самом деле, это самый удобный способ, принятый всюду, но между здешними и настоящими, правильными шпалерами существует большая разница: умея размножать персики, заставить их цвести и приносить плоды, мы довольствуемся посредственными результатами и отказываемся от лучших¹³.

Бутлеров написал большую и обстоятельную статью о культуре персика, в начале которой дал сведения о рациональном возделывании, о шпалерах и о стрижке вообще. Бутлеров очень основательно разобрал эти вопросы и дал подробную инструкцию, как надо устраивать шпалеры из персиковых деревьев. По-видимому, знания свои он почерпнул из книг по садоводству, преимущественно иностранных (садовые термины приводятся на французском языке). Но эти сведения Бутлеров обогатил собственным опытом. Устройство шпалер из персиковых деревьев и уход за ними описаны очень живо и представляют интерес и в настоящее время, хотя, к сожалению, эта культура у нас сейчас полностью перешла в открытый грунт и сосредоточена только в южных районах страны. Бутлеров не только описал, но и зарисовал, как нужно устраивать шпалеры из персика, как их подрезать, чтобы они сохраняли правильную форму и в то же время плодоносили. Эта статья, как и многие другие, свидетельствует о тонкой наблюдательности Бутлерова, хорошо разбиравшегося в жизненных процессах растений.

Вторая обстоятельная статья Бутлерова по плодоводству¹⁴ представляет особый интерес для начинающих садоводов-любителей. В ней автор также призывает к «рациональному возделыванию» плодовых деревьев и ягодных кустарников.

Серия работ Бутлерова посвящена вопросу о перерождении одного вида в другой. История повторяется, и сто лет тому назад в ботаническом мире велись горячие споры о том, может ли овес переродиться в рожь, а дикорастущий злак эгилопс (*Aegilops*) в пшеницу?

В 1854 г. в своих «Полезных записках» Бутлеров сообщил об интересных опытах французского садовода Эспри Фабра из Агды, которые, с точки зрения этого автора, проливали свет на происхождение пшеницы¹⁵. В ботанической литературе упоминалось, что у двух дикорастущих злаков *Aegilops ovata* и *Aegilops triaristata* нередко встречаются в колоске зерна, напоминающие пшеничные. Это наме-

¹³ Там же, стр. 52.

¹⁴ А. М. Бутлеров. Заметка для любителей плодовых садов. «Зап. Казанского эконо. об-ва», 1857, ч. 1, отд. 2, стр. 165—175.

¹⁵ А. М. Бутлеров. О происхождении пшеницы. «Зап. Казанского эконо. об-ва», 1854, ч. 1, отд. 4, стр. 15—18.

ние зерен было названо ботаниками «triticoïdes», что значит «имеющее вид пшеницы». Эспри Фабр собрал и высеял в 1829 г. семена такого тритикоидного изменения, а затем в течение семи лет последовательно возделывал этот злак и следил за изменениями зерен, которые постоянно совершались. После того он четыре года сеял эти измененные зерна так, как обычно сеют пшеницу, на месте, удаленном от посевов пшеницы и других хлебных злаков. Таким путем он получил из эгилопса настоящую пшеницу. Этот факт был засвидетельствован профессором Дюналем, а кроме того, постепенно изменяющиеся растения были загербаризированы.

Описанные Э. Фабром факты так заинтересовали Бутлерова, что он сам решил поставить аналогичные опыты по превращению овса в рожь. В 1855 г. был опубликован его отчет об этих опытах. Бутлеров указывает, что между сельскими хозяевами существует уже давно «поверье, что овес превращается в рожь если его косить, колья скоро он пойдет в трубку, и повторять это в продолжение целого лета». Бутлеров напоминает, что рожь и овес относятся к разным родам, а «по понятиям, принятым в науке, даже два вида одного рода не могут перерождаться один в другой, или, если бы это случилось, то они не будут уже различными видами, а только изменениями одного и того же вида». При этом Бутлеров несколько проинизирует над своими современниками-ботаниками: «... если стремление к делению новых родов и зашло слишком далеко в настоящее время, то все-таки отделение овса от ржи основано на причинах достаточных, на признаках весьма важных». Бутлеров делает из этого вывод, что наука должна была бы а priori решить отрицательно вопрос о превращении овса в рожь. Но Бутлеров не хотел отвергать или принимать это положение без проверки: «Неправ, однако ж, думаю тот, кто отвергает не испытывая, основываясь на одних теоретических заключениях. Пусть будет он наперед убежден в отрицательном результате своего опыта, но опыт этот может указать причины, которые других вели к заблуждению. Он может дать возможность разуверить ошибавшихся, и вместо ложного наделить их верным понятием¹⁷».

Опыт был поставлен Бутлеровым очень тщательно и проводился в течение двух лет (1853—1854). Результаты были совершенно отрицательные и Бутлеров, удивившись в несостоятельности этого поверья, подвергает также сомнению и описанный им ранее случай происхождения пшеницы из эгилопса. Он совершенно справедливо замечает, что для того, чтобы убедиться в перерождении одного вида в другой, мало одного наблюдения в поле, где «на месте, засеянном овсом, весной вырастала рожь, а надо было проследить все

¹⁷ Там же, стр. 109—110.

фазы жизни каждой особи, чтобы убедить в этом превращении».

Как раз в том же 1855 г. в «Revue Horticole» появилось опровержение работы Эспри Фабра о происхождении шпешницы из эгиптоца. Декан Безанского факультета Годрон доказал, что в этом случае имела место гибридизация шпешницы с эгиптоцем, и первым поколением был *Aegilops triticoides*. К такому же выводу пришел Регель, опубликовавший свое заключение в «Gartenflora». Сообщая обо всех этих фактах в своем «Отчете», Бутлеров объясняет случаи мнимого перерождения овса в рожь, если они действительно кем-нибудь наблюдались, просто тем, что поле было раньше засорено семенами ржи, которые и могли взойти после овса.

По инициативе Бутлерова, одновременно с ним аналогичные опыты были поставлены еще несколькими членами Казанского экономического общества, и в 1856 г. Бутлеров снова возвращается к этому вопросу в статье «О перерождении овса в рожь»¹⁸, сообщая о результатах опытов, проведенных Ф. И. Целлипским и П. Ф. Геркеном. Первый из них получил отрицательные результаты, второй — положительные. Однако Бутлеров сомневался в точности опытов Геркена и предлагал сообщить более подробно об условиях его экспериментов и, по возможности, их повторить. Из решения общества по докладу Бутлерова видно, что с ним согласились и другие члены, присутствовавшие на докладе. Геркеному было предложено сообщить подробности сведения об опытах и провести их еще раз в присутствии двух членов общества.

Склонность Бутлерова к экспериментированию не только в области своей специальности — химии, но также и в области ботаники, нашла отражение в ряде его работ. Большой интерес представляют его исследования по использованию листьев чайного куста. В 1885 г. Бутлеров выступил с докладом в Вольном экономическом обществе «Об опыте приготовления чая из листьев кавказских [сухумских] чайных кустов»¹⁹. В этом докладе он кратко изложил историю культуры чайного куста на Кавказе, сообщил интересные сведения о первых опытах его интродукции в Россию. В 1860 г. были представлены в Кавказское общество сельского хозяйства первые образцы

чая, полученного из листьев чайных кустов, выросших на Кавказе. «Но они оказались неодобрительными: от этого чая болела голова и делалось давление под ложечкой», — пишет Бутлеров²⁰. Чайные кусты выращивались в Крыму, в Никитском саду с 40-х годов XIX в. «для целей ботанических»; отсюда некоторое количество кустов было перевезено в Закавказье, в Озургеты, где они хорошо прижились. Первые неудачи с использованием листьев для приготовления чая приостановили дальнейшее распространение этой культуры, но в 1876 г. Вольное экономическое общество вновь заинтересовалось проблемой отечественного производства чая, а еще через три года было внесено предложение вывезти из Китая партию кустов чая и возобновить опыты с ним на Кавказе. Бутлеров рассказывает об успехах и неудачах при проведении этих опытов. Несмотря на то, что в конце концов культура пошла удачно, никто не пытался приготавливать чай из листьев опытных кустов, и первым взялся за это сам Бутлеров. Знания химика помогли ему найти правильное решение проблемы и добиться положительных результатов.

Вот как рассказывает сам Бутлеров об этом интересном эксперименте: «Находясь ныне в Сухуме и зная, что в ботаническом саду там есть давнишние чайные растения, я пошел взглянуть на них. Кусты были в молодых весенних ростках, в самой поре, и мне пришла мысль собрать и попробовать приготовить чай. Я нарвал их немного и стал сушить. Одна часть листьев осталась зеленой, другая, сохшая медленнее, почернела. Настой этого чая не имел надлежащего вкуса. Хотя я и был незнаком с приемами изготовления чая, но почерневшие листья послужили мне некоторым указанием, — я сделал другую пробу: набрал опять листьев, подверг их завяданию и, в этом состоянии, действительно в закрытом пространстве, а потом высушил. На этот раз листья действительно получили вид, похожий на чай, и приобрели некоторый аромат»²¹. Бутлеров демонстрировал на совещании общества свой чай и получил одобрение как членов общества, так и приглашенных специалистов-экспертов. Для придания чаю необходимого аромата Бутлеров предложил применять цветы душистой маслины, как это делается и в Китае. Эта маслина хорошо растет в Сухуме.

Таким образом, Бутлеров был одним из первых, доказавших возможность получения чая в нашей стране, и горячо ратовал за развитие этой культуры.

Н. А. Базилевская

¹⁸ А. М. Бутлеров. О перерождении овса в рожь. «Зап. Казанского экон. об-ва», 1856, ч. 2, отд. 1, стр. 13—14.

¹⁹ А. М. Бутлеров. Об опыте приготовления чая из листьев кавказских [сухумских] чайных кустов. «Тр. Вольн. экон. об-ва». 1885, т. 3, стр. 277—281; Письмо в редакцию «С. Петербургские ведомости» 1885 г., № 136, 21 мая (2 июня).

²⁰ А. М. Бутлеров. Об опыте приготовления чая..., стр. 272.

²¹ Там же, стр. 279—280.

НЕОПУБЛИКОВАННЫЕ ПИСЬМА ЧАРЛЗА ДАРВИНА,^{1,2} ХРАНЯЩИЕСЯ В СОВЕТСКИХ АРХИВАХ

В Архиве Академии наук СССР (Ленинград) и в Пушкинском доме (Ленинград) нами обнаружены четыре оставшихся до настоящего времени неизвестными письма Чарлза Дарвина. Особый интерес представляет хранящаяся в Архиве АН СССР переписка Ч. Дарвина с известным русским энтомологом и библиографом русской литературы по зоологии Федором Петровичем Кеппеном (1833—1908). Сохранились черновики письма Ф. П. Кеппена Чарлзу Дарвину (от начала апреля 1871 г.) и два письма Дарвина Кеппену (от 28 апреля 1871 г. и 18 ноября 1874 г.). Из двух писем, хранящихся в Пушкинском доме, несомненный интерес представляет письмо Ч. Дарвина Эдварду Форбсу (1815—1854) — видному английскому геологу, палеонтологу и зоологу. Второе письмо представляет собой коротенькую записку, адресованную знаменитому ботанику Джозефу Долтону Гукеру, другу и сподвижнику Дарвина, и приглашающую Гукера встретиться с Дарвином, приехавшим в Лондон отдохнуть на 10 дней.

Ниже приводятся, с необходимыми пояснениями, перевод письма Кеппена Дарвину и три письма Дарвина — два к Кеппену и одно к Форбсу (на английском языке и в русском переводе).

В 1871 г. вышло в свет первое издание знаменитого труда Дарвина «Происхождение человека и половой отбор», и в том же году в России появились три различных перевода этого сочинения, лучший из которых вышел под редакцией Ивана Михайловича Сеченова. В главе о вторичных половых признаках насекомых Ч. Дарвин ссылается на наблюдения Ф. П. Кеппена¹. Когда труд Дарвина появился в Англии и в России, Ф. П. Кеппен находился в заграничной научной командировке, работая главным образом в Лейпцигском университете (1870—1872). Труд Дарвина вышел в свет в Англии 24 февраля, но уже через месяц с небольшим Кеппен ознакомился с ним и в самом начале апреля (5 или 6-го, на черновике письма Кеппена дата не вполне разборчива) написал письмо Дарвину, в высшей степени польщенный тем, что знаменитый ученый процитировал его — в то время еще малоизвестного молодого русского ученого. Письмо Кеппена интересно, однако, не по этой причине, а потому, что оно свидетельствует о не-

сомненной симпатии Кеппена к эволюционной теории Дарвина и о глубоком понимании им всей важности, для подкрепления этой теории, непосредственных наблюдений в природе над сложными взаимозависимостями между организмами, определения так называемых цепей питания и точного установления фактов межвидовой борьбы за существование. Именно на все это и обращает Кеппен внимание Дарвина в своем письме.

Приводим перевод этого письма (Архив АН СССР, ф. 92, оп. 1, № 51; письмо написано по-немецки готическим шрифтом):

Ч. Дарвин.

Высокоуважаемый сэр,

Для меня было приятной неожиданностью то обстоятельство, что Вы ссылаетесь на меня в Вашем только что появившемся труде о происхождении человека; одновременно я увидел, что цитата о моих наблюдениях над перелетной саранчой заимствована Вами из «Zoological Record» за 1867 г., между тем как относящаяся к этому вопросу моя работа осталась Вам, высокоуважаемый сэр, неизвестной. Позвольте просить Вас принять экземпляр этой работы, который я посылаю Вам одновременно с этим письмом². В ней, без сомнения, имеется еще много незрелого, но некоторые сообщаемые в ней — отчасти мои собственные, отчасти чужие — наблюдения представляют, высокоуважаемый сэр, интерес для Вас. Таковы, например, сделанные в самом конце работы замечания о влиянии древесных посадок в южнорусских степях на размножение питающихся насекомыми грызунов и на изменение состава фауны насекомых.

После того я продолжал заниматься дальнейшим изучением относящихся сюда вопросов и в прошлом году опубликовал на русском языке работу о саранче³, в которой я уделю особое внимание метеорологическим и климатическим влияниям, поскольку первые обуславливают более раннее или более позднее появление и массовое размножение саранчи, а второе —

¹ F. K ö p p e n. Über die Heuschrecken in Südrussland. Nebst einem Anhang über einige andere daselbst vorkommende schädliche Insekten. «Horae Societatis Entomologicae Rossicae». Bd. III, 1866, S. 81—294.

² Ф. П. Кеппен. О саранче и других вредных прямокрылых из семейства Acridiodes, преимущественно по отношению к России. «Труды Русск. энтомолог. об-ва», 1870, т. V, стр. 1—352 (с картою).

³ Ч. Дарвин. Происхождение человека и подбор по отношению к полу. Перевод с англ. под ред. И. М. Сеченова. Т. I. СПб., 1871, стр. 403.

Apr 1 28

Backus house

Down.
Kent. S. C.

Dear Sir

I am greatly indebted to you
for your valuable present of
your Henschen in S. C. and
for your interesting letter.
I have no doubt I shall find
much matter of value to
me in your volume; but
unfortunately I am a poor
German scholar & find the
language with much difficulty,
which has been an impediment
to me - The father

which you mention in your
letter in relation to the
invasion of which he found
the invasion of the Gulf of Mexico
was my business; & it
is a subject which
always possesses a special
interest for me.

With much respect & my
best thanks, I remain
Dear Sir

Yours faithfully
Ch. Darwin

ее географическое распространение. По поводу последнего вопроса в ближайшее время должно появиться мое короткое сообщение с приложением карты в «Petermann's Geographischen Mitteilungen»⁴.

Я позволю себе также сообщить Вам приведенное в указанной русской работе ниже следующее наблюдение г-на Денгинка из Бессарабии⁵.

В 1861 г., когда саранча уже наблюдалась в Южной России на протяжении ряда последовательных лет, размножились в огромном количестве полевые мыши и землеройки, питающиеся главным образом яйцами саранчи. Но когда осенью 1861 г. саранча — вероятно, под влиянием метеорологических условий, — отложила мало яиц, полевые мыши набросились на кучи зерна в амбарах, между тем как землеройки начали массами вымирать. Интересно, что со своей стороны, большое количество мышей вызвало сильное размножение ласки, которая уничтожает мышей во множестве.

Я готов, высокоуважаемый сэр, сообщать Вам, если Вам понадобится, и дальнейшие сведения об образе жизни и пр. саранчи.

С глубоким уважением, преданный Вам

Ф. Кеппен

Лейпциг, 5[?] апреля 1871 г.

Дарвин не замедлил ответить Кеппену на это письмо (Архив АН СССР, ф. 92, оп. 1, № 112):

Down,
(Bromley) Beckenham.
Kent. S. E.
April 28 [1871].

Dear Sir,

I am greatly indebted to you for your valuable present of your Heuschrecken in Südrussland and for your interesting letter. I have no doubt I shall find much matter of value to me in your volume; but unfortunately I am a poor German scholar and read the language with much difficulty, which has been an irreparable loss to me.—The facts which you write me in your letter in relation to the in excess of mice etc. from the invasion of the grasshoppers are very curious; and it is a subject which always

⁴ F. K ö p p e n. Die geographische Verbreitung der Wanderheuschrecke (*Pachytylus migratorius* L.). «Petermann's Geographischen Mitteilungen», 1871, Lief. X (с картой).

⁵ Александр Денгинк, кишиневский энтомолог и фенолог, изложил многие из своих фенологических наблюдений над явлениями периодичности в жизни животных в ряде работ, опубликованных им в 1852—1864 гг. Сводку их см. в кеппеновской «Bibliotheca Zoologica Rossica», т. II, СПб., 1907, стр. 336—337.

[одно слово неразборчиво] a special interest for me.

With much respect and my great thanks,
I remain, Dear Sir, Yours faithfully
Ch. Darwin

Перевод на русский язык:

Даун, (Бромли)
Бекнем, Кент.
Ю.-В. [ж.д.]
28 апреля [1871 г.]

Уважаемый сэр,

Я весьма обязан Вам за присылку Вашего ценного труда о саранче в Южной России и за Ваше интересное письмо. Не сомневаюсь, что найду в Вашей книге много важных для меня данных; к несчастью, я плохо владею немецким языком и читаю на этом языке с большим трудом, что является невоснаградимой потерей для меня. Факты, которые Вы сообщаете мне в Вашем письме относительно переизбытка мышей и пр. вследствие нашествия саранчи, очень любопытны; это вопрос, который всегда особенно интересует меня.

С глубоким уважением и большой благодарностью, остаюсь, уважаемый сэр, преданный Вам

Ч. Дарвин

Во втором издании «Происхождения человека» Дарвин, основываясь на присланной ему Кеппену работе 1866 г., уточнил приведенное выше место из главы о вторичных половых признаках насекомых: «Относительно перелетной саранчи России Кёрте приводит интересный случай выбора самца самкой. Самцы этого вида (*Pachytylus migratorius*) во время спаривания с самкой стрекочат от злобы или ревности при приближении другого самца, а в примечании к этому месту Дарвин пишет: «Я привожу это, основываясь на авторитете Кеппена: K ö p p e n. Ueber die Heuschrecken in Südrussland, 1866, стр. 32, так как тщетно пытался достать сочинение самого Кёрте»⁶. Второе издание «Происхождения человека...» вышло в Англии в начале 1874 г. По-видимому, уже после выхода книги Кеппен вновь написал Дарвину, сообщая ему какие-то сведения о половом отборе у млекопитающих или птиц, почерпнутые им в работе финского зоолога Джона⁷. Дарвин ответил ему (Архив АН СССР, ф. 92, оп. 1, № 112) следующим письмом:

⁶ Ч. Д а р в и н, Соч., т. 5, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 376. Кёрте — немецкий зоолог первой половины XIX в.

⁷ См. F. K ö p p e n. Bibliotheca Zoologica Rossica, т. I, № 32 (СПб., 1905), стр. 210, где Ганс Генрих Джон упоминается как соавтор П. А. Гадда по работе о финской фауне позвоночных.

Down,
Beckenham, Kent.
Railway station,
Orpington, S. E. R.
Nov. 18 1874.

Dear Sir,

I am very much obliged to you for having kindly informed me of John's work, of which I had never heard. From what you say, it would have been of the greatest use to me before writing the Descent of Man or correcting a second edition which is now just published.

Pray believe me, dear Sir, yours faithfully and obliged

Charles Darwin

«Даун,
Бекнем, Кент
Станция Орпингтон.
Ю.-В. ж. д.
18 ноября 1874 г.

Уважаемый сэр,

Чрезвычайно обязан Вам за Ваше любезное сообщение о работе Джона, о которой я никогда не слышал. Судя по тому, что Вы сообщаете, она была бы мне чрезвычайно полезна до того, как я начал писать «Происхождение человека» или готовить второе издание его, которое теперь уже вышло в свет.

Верьте, уважаемый сэр, преданный и обязанный Вам

Чарлз Дарвин

* * *

С работой Дарвина «Происхождение человека и половой отбор» связано и его письмо к Эдварду Форбсу (Пушкинский дом, Архив К. Р. [Константина Романова], собрание О. А. Новиковой). Письмо это не датировано, но приблизительно время его можно определить. Форбс умер в 1854 г.; письмо написано Дарвином из лондонской квартиры Элизабет Веджвуд (сестры его жены Эммы Веджвуд), которая жила на Честерской площади в доме № 4 (северо-западный район Лондона) с конца 40-годов; следовательно, письмо могло быть написано в промежутке между 1848 и 1854 гг. Вопросы «мерил красоты» у примитивных народов и свободы выбора мужей женщинами этих народов, затрагиваемые в письме к Форбсу, освещены Дарвином в XX главе его труда «Происхождение человека» (т. V цитированного выше издания Сочинений Ч. Дарвина, стр. 627—644). Из письма, таким образом, следует, что материал по этим вопросам Дарвин подбирал уже в 40—50-х годах, задолго до того, как он приступил к своему сочинению о происхождении человека и половом отборе. Мы не знаем, о каком «спис-

ке вопросов», который, по словам Дарвина, он «недавно разослал по все страны мира», он упоминает в письме к Форбсу. Хорошо известен «опросный лист», разосланный Дарвином в связи с проблемой выражения эмоций (см. т. V, стр. 700—702) в начале 1867 г. Возможно, однако, что это — тот же самый список, поскольку в указанном только что месте своего труда «Выражение эмоций» Дарвин пишет: «Вопросы были мною составлены не сразу, а на протяжении значительного промежутка времени, в течение которого мое внимание было занято другими предметами». В 1837 и затем в 1841—1842 гг. Форбс путешествовал с зоологическими и геологическими целями по различным странам Средиземноморья (Алжир, Левант, юго-западные берега Малой Азии, область древней Ликии), а также по Красному морю и его побережьям. Зная разносторонность Форбса, его широкий интерес не только к различным проблемам естествознания, но и к археологии и этнографии, Дарвин мог рассчитывать на получение от него и указанных выше сведений. Все письмо Дарвина проникнуто глубоким уважением к Форбсу, который за свою недолгую жизнь проявил себя как энергичный и оригинальный исследователь.

Friday 4 Chester Place. N. W.
My dear Mr. Forbes,

Before leaving you I forgot to remind you that any notes on the idea of human beauty by natives who have associated little with Europeans, would be very interesting to me. Also if by any strange chance you should have observed any facts leading you to believe that the women of savage tribes have some influence in determining which men shall steal them or buy them or run away with them, I should like much to hear such facts.

I have lately been sending the enclosed queries to all parts of the world and I send a copy to you, although I well know that it is a most improbable chance that you should have recorded in your note-books any remarks on this subject.

I enjoyed my conversations with you very much and was astonished at the numbers of points to which you have attended.

Believe me, yours very sincerely
Ch. Darwin

4 Честер-Плейс. С-3.

Пятница

Дорогой м-р Форбс,

Прежде чем расстаться с Вами я забыл напомнить Вам, что любые заметки, касающиеся представлений о красоте человека у туземцев, которые мало общались с европейцами, представили бы для меня большой интерес. Если также по какой-нибудь необычайной случайности Вам прихо-

дилось наблюдать какие-либо факты, которые привели Вас к убеждению, что женщины диких племен имеют некоторое влияние в определении вопроса о том, кто именно из мужчин может украсть или купить их или убежать с ними, я был бы очень рад узнать о такого рода фактах.

Недавно я разослал во все страны мира список вопросов, экземпляр которого я посылаю Вам, хотя я отлично знаю, что

ПЕРВЫЕ ШАГИ ДАРВИНИЗМА В РОССИИ И А. Н. ЭНГЕЛЬГАРДТ

Первым в России, хотя и кратким сообщением об учении Ч. Дарвина, по-видимому, можно считать статью Н. Н. Страхова «Появление человека на земле», напечатанную в 1860 г. в «Журнале Министерства народного просвещения» (т. 1, стр. 1—9)¹. Самый труд Ч. Дарвина, напечатанный в конце 1859 г., появился в русском переводе Рачинского в 1864 г. («О происхождении видов в царствах животном и растительном путем естественного подбора родителей») одновременно с переводом книги К. Фогта (1863), Т. Гексли (1864) и др. Выход в свет русского перевода книги Ч. Дарвина вызвал ряд статей, посвященных учению Дарвина (в журналах «Вестник естественных наук», «Дело», «Вестник Российского общества садоводства» и др.). В том же 1864 г. К. А. Тимирязев выступил на страницах «Отечественных записок» с циклом статей об учении Дарвина, составивших впоследствии ядро его знаменитой книги «Чарлз Дарвин и его учение». Одновременно с Д. И. Писаревым, К. А. Тимирязевым и другими с популяризацией учения Дарвина выступил на страницах русской периодической печати и А. Н. Энгельгардт, о чем теперь редко упоминается.

Александр Николаевич Энгельгардт (1832—1893) занимает признанное место в истории русской науки. Разносторонность и продуктивность его были поистине изумительны. Его первые труды были посвящены сталелитейному производству. Он был крупным химиком-органиком, основателем первого русского химического журнала и одним из учредителей Русского физико-химического общества. В области геологии он известен своими работами по изучению среднепермских месторождений фосфоритов. Агрохимия обязана ему разработкой щелочного метода разложения костей для получения фосфорных удобрений; его опыты с фосфоритом составили особую главу в истории изучения и применения удобрений в России. Он был известен и как вы-

сшей степени невероятно, чтобы Вы отметили в своих записных книжках что-либо относящееся к этому вопросу.

Беседы с Вами доставили мне большое удовольствие, и меня поразило количество вопросов, которым Вы уделяли внимание.

Верьте, искренне Ваш Ч. Дарвин

С. Л. Соболь

дающийся агроном-практик, создавший образцовое хозяйство Батицево в Смоленской губ. Славу Энгельгардту как публицисту создали его знаменитые письма «Из деревни» (1872—1887), о которых не раз писал В. И. Ленин² и которые оказали огромное влияние на общественную мысль того времени.

Менее известна и недостаточно оценена роль Энгельгардта как популяризатора науки. Его книга «Химические основы земледелия» (1875) является образцом доступного изложения вопросов агрохимии. Некоторые его статьи о самозарождении и брожении (в связи с работами Пастера) были переизданы в 1867 г. в виде «Сборника общепонятных статей по естествознанию». Наконец, в 1864 г. он выступил с обширной статьей «По поводу книги Дарвина», напечатанной в №№ 57, 65 и 70 газеты «Санкт-Петербургские ведомости» (а в 1863 г. в той же газете он писал и о работе Ч. Дарвина о приспособлении строения орхидей к оплодотворению насекомыми).

Энгельгардт задался целью общепонятно изложить сущность эволюционного учения Дарвина и заслуги его предшественников. «Мы главным образом имели в виду, — писал он, — убедить в верности доказываемой Дарвином основной мысли, что организмы, живущие в известное время, сложились через постепенное видоизменение организмов, существовавших прежде, и возбудить интерес к книге»³. В своей статье Энгельгардт обнаруживает большую эрудицию и хорошее знакомство с русской и иностранной литературой. Излагая сущность учения Ч. Дарвина, он противопоставляет старому, креационистскому воззрению учение о непостоянстве видов, их безграничной изменчивости, существовании родственной связи между видами и происхождении суще-

² Высказывания В. И. Ленина об А. Н. Энгельгардте см. в кн.: А. Н. Энгельгардт. Из деревни. 12 писем. 1872—1887. М., 1956, стр. 7—16.

³ А. Энгельгардт. По поводу книги Дарвина. «СПб. ведомости», 1864, № 57.

ствующих в настоящее время видов через постепенное видоизменение прежде существовавших видов. Энгельгардт пишет: «мы лично не только считаем это второе мнение истинным, но даже полагаем, что оно только одно и мыслимо»⁴. Говоря, что мысль о непостоянстве видов не нова, ссылаясь на высказывания Э. Дарвина, Э. Жоффруа Сент-Илера, Л. Окена, Ж. Ламарка и признавая ошибочность ряда положений последнего, Энгельгардт особенно подчеркивал «смелую мысль» Ламарка, его основную идею о том, что последующие организмы сложились из предыдущих. Но надо было найти верное выражение процесса изменчивости видов, и «такую теорию дал, такое выражение нашел — гениальный Дарвин»⁵.

Изложив основы теории Дарвина, Эн-

⁴ Там же.

⁵ А. Н. Энгельгардт. По поводу книги Дарвина. «СПб. ведомости», 1864, № 70.

ЗАБЫТАЯ СТАТЬЯ А. О. КОВАЛЕВСКОГО

В «Земледельческой газете» от 23 мая 1864 г. под заголовком «О причинах, обуславливающих пол» была опубликована статья, подписанная Александром Ковалевским. Сравнение этой статьи с рядом работ А. О. Ковалевского и главным образом с его магистерской диссертацией¹ дает основание считать, что автором ее является Александр Онуфриевич Ковалевский².

Прежде всего при сопоставлении указанной статьи с диссертацией А. О. Ковалевского и с еще более ранней его работой³ можно отметить частичное совпадение круга цитируемых авторов (Мейснер, Лейкарт, Пагенштехер), хотя все три работы освещают совершенно различные темы. Общими для статьи в «Земледельческой газете» и диссертации А. О. Ковалевского являются критические замечания в адрес про-

¹ А. Ковалевский. История развития *Amphioxus lanceolatus* или *Branchiostoma lubricum*. СПб., 1865.

² К сожалению, архивные материалы редакции «Земледельческой газеты» за 1863 г. и последующие годы, по сведениям Центрального государственного исторического архива СССР в Ленинграде и Государственного исторического архива Ленинградской области (газета издавалась в С.-Петербурге), не сохранились.

³ А. Ковалевский. Анатомия морского таракана *Idothea entomon* и перечень ракообразных, которые встречаются в водах С.-Петербургской губернии. Из кн.: «Естественно-исторические исследования С.-Петербургской губернии...». Т. I. СПб., 1864, стр. 241—265.

гельгардт заявляет, однако, что основное положение — происхождение организмов друг от друга — и доказательство Дарвином верности этого положения интересуют его более, чем собственно теория или объяснение процесса этих изменений. «Отдавая полную справедливость гениальности этой теории, вполне понимая всю важность, какую могут иметь начала, на которых зиждется эта теория и приложения к многообразным вопросам знания, мы все-таки помним, что объяснение процесса изменений естественным подбором есть гипотеза, очень вероятная, но все-таки гипотеза»⁴. Из этих слов Энгельгардта можно понять, что у него возникли некоторые критические соображения по вопросу о роли в эволюционном процессе естественного отбора, о которых он, правда, в статье не упоминает.

Л. Л. Балашев

⁴ Там же.

фессора Пагенштехера (в лаборатории которого Ковалевский некоторое время работал). Наконец, о том, что автором статьи является А. О. Ковалевский, говорят некоторые выражения, чрезвычайно характерные для него, например: «дело было понятнее», «далеко больше», и свойственная наиболее ранним работам А. О. Ковалевского некоторая архаичность терминологии (например, он пишет «яйце» вместо «яйцо»).

Статья «О причинах, обуславливающих пол» осталась неизвестной биографам и не фигурирует даже в наиболее полных библиографических списках работ А. О. Ковалевского⁴. По-видимому, это первая научная публикация Ковалевского в области биологии⁵.

Статья А. О. Ковалевского появилась в печати в связи с широкой дискуссией вокруг вопроса о причинах, обуславливающих пол, развернувшейся на страницах периодических и специальных изданий после опубликования в 1863 г. профессором Тюри теории произвольного управления полом у растений и животных.

⁴ В. А. Догель. А. О. Ковалевский. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1945; А. Д. Некрасов, Н. М. Артемов. Александр Онуфриевич Ковалевский. Список работ А. О. Ковалевского. Сост. Н. М. Артемов. В кн.: А. О. Ковалевский. Избранные работы. Л., Изд-во АН СССР, 1951.

⁵ Работа А. Ковалевского «Анатомия морского таракана...» вышла в свет в последней четверти 1864 г.

Статью можно разделить на две части. В первой части, занимающей примерно $\frac{1}{3}$ всей статьи, дается критический обзор литературы, в той или иной степени освещающей вопрос о причинах, обуславливающих пол у растений, животных и человека.

Во второй, заключительной части статьи излагается намеченная Ковалевским интересная программа экспериментов, осуществление которой, по его мнению, могло бы скорее всего повести к положительным и важным результатам при решении данной проблемы.

Статья начинается кратким экскурсом в историю. Отметив, что вопрос о причинах, обуславливающих развитие пола, занимал умы с глубокой древности и что «долгое время держалось мнение, что развитие пола зависит от того, выпло ли яйцо из правого или левого яичника»⁶, Ковалевский ссылается на эксперименты Вильфа, доказавшие ошибочность этого взгляда. Он высказывает мнение, что вопрос о причинах, обуславливающих пол, лишь в 1854 г. был поставлен «на более твердую почву» исследованиями Лейкарта и Зибольда и статьей проф. Тюри. Затем Ковалевский так формулирует характерное для того времени понимание проблемы: «В настоящее время наиболее распространено мнение, что причина развития пола не находится в самом яйце или лучше, что яйцо и даже зародыш на первых степенях развития не имеют определенного пола, а обладают условиями для образования как мужской, так и женской особи, и что окружающие влияния обуславливают тот или другой пол»⁷.

Вслед за этим Ковалевский обращает внимание на работы, идущие вразрез с приведенной точкой зрения. К такого рода работам Ковалевский относит исследования Губера, Дзирзона и главным образом Зибольда (1856) и Лейкарта (1858) по определению пола у пчел. Исходя из того, что эти исследования «покуда единственные несомненные данные о зависимости пола от оплодотворения»⁸, Ковалевский подробно знакомит читателей с содержанием и выводами этих работ. Не излагая содержания этой части статьи, мы отметим лишь, что из работ Дзирзона, Зибольда и других следовал общий вывод: обуславливающей причиной развития того или иного пола у пчел является оплодотворение — из оплодотворенных яиц, как правило, развиваются самки, из неоплодотворенных — самцы (трутни).

Вместе с тем, что также было отмечено А. О. Ковалевским, исследования некоторых из вышеупомянутых авторов указывали на существование связи между питанием и

развитием пола. При этом Ковалевский с характерными для него тщательностью, добросовестностью и стремлением охватить проблему во всей ее сложности, напоминает о фактах, свидетельствующих о возможности «развития зародыша без оплодотворения»⁹ (т. е. партеногенетического размножения; трутни, как известно, действительно развиваются из неоплодотворенных яиц). Далее следует краткое описание строения женских половых органов и процесса оплодотворения.

После этих предварительных замечаний Ковалевский переходит к рассмотрению теории Тюри, сущность которой сводится к тому, что степень зрелости яйца в момент оплодотворения является причиной, определяющей пол животного.

Ковалевский, в связи с обсуждением теории Тюри, останавливается на опытах швейцарского скотовода Георга Корнажа, проверившего на крупном рогатом скоте теоретические предположения Тюри (по просьбе последнего). Затем, пунктуально воспроизведя практические указания Тюри о средствах к получению рогатого скота желаемого пола, Ковалевский обращает внимание на обсуждение вопроса о причинах, определяющих пол, состоявшееся в собрании швейцарских естествоиспытателей в Самадене.

Касаясь высказанного участником этого собрания Карлом Фогтом предположения, что пол может обуславливаться количеством проникших в яйцеклетку сперматозоидов, Ковалевский пишет: «Кажется, что предположение Фогта действительно ближе всего подходит к истине, и что роль семени при первом развитии яйца, или лучше роль семени при определении пола, можно скорее всего свести на процесс первоначального питания яйца; вдобавок стоит вспомнить все сказанное о почлах, и если там оплодотворение вообще обуславливает пол, а лучшее питание — полное развитие половых органов самки, а более скудное — их неполное развитие, то здесь очень возможно, что количество семени будет обуславливающей причиной»¹⁰.

С этим объяснением, по мнению Ковалевского, вполне согласуется наблюдаемое подчас явление, когда женское потомство у людей больше похоже на отца, а мужское — на мать. Таким же образом Ковалевский считает возможным объяснить и тот факт, что у более старых отцов рождаются большей частью мальчики, а у молодых родителей рождаются больше девочек. Существование такой закономерности подкрепляется им статистическим материалом, заимствованным у Гофакера и Садлера.

Используя эти статистические данные, свидетельствующие о том, что голодные годы и понижение благосостояния народа ведут к увеличению числа рождающихся

мальчиков, а также наблюдения Жоффруа Сент-Илера и ряда других ученых, показывающие, что при плохом питании животные рождают больше самцов и, наоборот, при хорошем — больше самок, Ковалевский демонстрирует наличие тесной связи между питанием и определением пола у человека и животных.

Приведя далее данные Найта и Мауца о причинах, обуславливающих развитие мужских или женских цветков у однодомных растений, Ковалевский, с присущей ему осторожностью, заключает: «Итак, факты эти доказывают и для растительного царства связь или зависимость пола от питания, хотя покуда вопрос этот еще весьма мало разработан»¹¹.

Подчеркнув теоретическую и практическую важность проблемы управления полом, А. О. Ковалевский указывает на желательность и выгоду постановки опытов в этом направлении. Обращаясь к сельским хозяевам и коннозаводчикам России, он призывает их включиться в разработку проблемы. «...Опыт так прост, а результаты так интересны, вероятны и материально выгодны, — пишет Ковалевский, — что нет причины, чтобы это явление не обратило на себя внимания. Большее развитие этого вопроса и, если он вполне подтвердится, его более широкое приложение, вероятно, будет иметь громадное влияние на развитие и улучшение нашего скотоводства»¹².

Не ограничиваясь, однако, этим общим пожеланием, А. О. Ковалевский в заключение рекомендует вниманию хозяев детальную программу экспериментов, доступную для практического осуществления. Эта часть статьи, которой сам Ковалевский придавал наибольшее значение, публикуется ниже полностью.

Статья А. О. Ковалевского, помимо общего исторического значения, представляет несомненный интерес для освещения истории зоотехнии и истории искусственного разведения рыб. Идея, высказанная Ковалевским в заключительной части статьи, до некоторой степени перекликается с современными исследованиями в области биологии размножения сельскохозяйственных животных.

Статья 24-летнего А. О. Ковалевского проникнута стремлением помочь разрешению чрезвычайно важной для животноводства проблемы управления полом. Надо полагать, что ознакомление с первой печатной работой А. О. Ковалевского в области биологии позволит полнее осветить жизнь и научное наследие великого русского эмбриолога.

Э. И. Мирзоян

Из статьи А. О. Ковалевского «О причинах, обуславли-

¹¹ Там же.

¹² Там же.

вающих пол» («Земледельческая газета», 1864 г., № 21, стр. 326—327).

«Прежде чем я распрощаюсь с читателями, я укажу на некоторые опыты, которые, по моему мнению, могли бы скорее всего повести к положительным и важным результатам.

Из опытов, стоящих на первом плане по простоте и удобству, будут опыты над домашней птицей, над курицами, гусями и утками. Для приблизительной проверки самого факта стоит пустить одного петуха положим на 5, на 10, на 15 и на 20 или 25 кур и после, считая яйца, полученные от каждой группы, смотреть, из какого числа яиц данной группы сколько выйдет кур или петухов; по теории, очевидно, должно предположить, что в первом случае будет больше кур, в последнем — петухов. С этим же делением на группы можно связать и вопрос о влиянии питания на пол потомства и кормить одну группу кур больше или меньше другой; одним словом, при этом возможны различные комбинации.

К другому ряду опытов, если не столь удобных и требующих многих особых условий, но зато, как и все соединенное с большим трудом, обещающих и более богатые и точные результаты, будут опыты над рыбами. В наших деревнях и у людей, ничуть не заботящихся об искусственном разведении рыб, существует в виде украшения много прудов, да и во многих случаях не составляет большого труда и сделать десяток маленьких бассейнов.

Для разрешения вопроса зависимости пола от количества семени, проникающего в яйцо, удобно было бы сделать следующий довольно простой опыт. Взять, например, рыбу, хорошо живущую в прудах, например карася, и производить искусственное оплодотворение известного количества яиц большим или меньшим количеством выведенного семени; например, на одну группу яиц мы влили смесь семени с водою известной густоты, положим, 6 кубических сантиметров, после на такое же количество яиц влили один сантиметр, одним словом сделали несколько подобных градаций и бросили оплодотворенную таким образом икру в различные пруды, точно пометив, какая именно икра пущена в какой пруд; через год относительное количество рыбы обоего пола в каждом пруде дало бы уже блестящий результат в пользу объяснения нашей теории; также необходимо было бы оплодотворять одним и тем же количеством семени икру, только что выведенную, после спуска, положим, 20 минут, час, два, три и т. д., и точно так же оплодотворенное таким образом одинаковым количеством семени одинаковое количество икры пускать в различные пруды. Результаты через год, каковы бы они ни были, дали бы в высшей степени важные данные. Как бы, например, было интересно, если бы кто-нибудь из

⁶ А. Ковалевский. О причинах, обуславливающих пол. «Земледельческая газета», 1864, № 21, стр. 322.

⁷ Там же.

⁸ Там же.

⁹ Там же, стр. 323.

¹⁰ Там же, стр. 326

распорядителей петергофских и царско-сельских прудов сделал бы такие опыты: многие тамошние пруды еще не заселены рыбою или, если и заселены, то можно выбрать такой род рыбы, какого в пруде еще нет, и записывать в этом случае количество и пол пойманной рыбы только этого рода в продолжение одного или двух лет.

Все опыты с этой целью, бесспорно,

ИЗ ИСТОРИИ ПЕРВЫХ ТЕОРИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РАСТВОРОВ

Разложение воды гальваническим током с выделением кислорода и водорода у разноименных полюсов впервые осуществили Никольсон и Карлейль 2 мая 1800 г.¹ Они подтвердили уже известный факт, что единственными продуктами разложения воды являются водород и кислород. Вскоре Дэви установил, что количественные соотношения образующихся газов отвечают составу воды.²

В работе Никольсона и Карлейля особое внимание обращалось на то, что у положительного полюса выделялся один кислород, а у отрицательного — один водород.

Объяснить это явление в то время было не так просто. По словам Никольсона, «новому явлению мы пока не нашли объяснения, но оно, по-видимому, указывает на какую-то общую закономерность действия электричества при химических реакциях»³. 22 сентября 1800 г. Вольта писал Ландриани об опытах Никольсона, «которые поразили Вас, и меня, и должны поразить всех ученых»⁴.

Анонимный автор спрашивал Никольсона: «Теперь же, сэр, я желал бы узнать, как это возможно, согласно любой системе, заставить две составные части воды появляться на таких расстояниях друг от друга? Улетает ли водород из разложенной частицы воды к цинковому полюсу в то же мгновение, когда выделяется кислород на серебряном полюсе? Если это так, то почему же мы не видим пузырьков на его пути? Или же движется кислород от серебряного полюса к цинковому? Или имеются два тока?»

При обычных способах рассуждения о подобных предметах мы полагаем, что если частицы одного компонента отделяются или связываются, второй мгновенно по-

дадут интересные результаты и будут сильно способствовать разрешающему вопросу. Имея главным образом в виду эту цель, я и решился представить публике краткое изложение его, рассчитывая, что на просторстве нашего отечества найдется десяток человек, поставленных в удобные условия и настолько заинтересованных этим делом, чтобы содействовать его разрешению».

является в том или ином виде вблизи него.

... Здесь же действует какой-то новый принцип — вещество незаметно протаскивается через воду на расстояние шести дюймов и более и там появляется в виде газа. Изобретение вольтова столба, по-видимому, открывает широкий простор для вопросов и уже изменяет расписание многих фактов в философии химии⁵.

Одна из первых гипотез электропроводности растворов принадлежит английскому врачу Крукшенку, который писал: «...мне казалось легким и простым способом объяснения предположение, что электричество (чем бы оно ни было) способно существовать в двух состояниях, т. е. в окисленном и в раскисленном состоянии. Если оно (электричество. — Ред.) переходит из металла в жидкость, содержащую кислород, оно отнимает кислород и становится окисленным; когда же оно снова переходит из жидкости в металл, оно принимает прежнее состояние — становится раскисленным. Если промежуточной жидкостью является вода и электричество входит с серебряного полюса неокисленным (и мы полагаем, что оно всегда направляется от раскисленной стороны к окисленной), то оно отнимает кислород воды и освобождает водород, который соответственно выделяется в виде газа, а когда электричество приходит в цинковый полюс, оно расстается с кислородом, с которым прежде связано было, и тот освобождается»⁶.

Вслед за ним Г. Дэви, призвав воздерживаться от необоснованных предположений, пока не получены достаточно строгие экспериментальные доказательства того, что действительно имеет место разложение воды, писал: «Предполагая такое разложение, мы должны считать, что по крайней мере один из элементов (воды) способен

⁵ An Experimentalist. «Nichols. Journ. of Natur. Philos.», 4, 472 (1801).

⁶ W. Cruickshank. «Nichols. Journ. of Natur. Philos.», 4, 257, (1800).

быстро пролетать в невидимом состоянии через металл или через воду и связанные органические тела; однако такое допущение несовместимо со всеми известными фактами»⁷.

Одновременно для выяснения этого вопроса в Парижской политехнической школе велись работы Фуркруа, Вокленом и Тенаром. В результате этих исследований была создана теория, суть которой можно изложить словами Кюве:

«Указанные авторы предполагают существование особого флюида, названного ими гальваническим (galvanique), который движется от положительной стороны к отрицательной.

По их мнению, этот флюид разлагает воду, входя с положительной стороны; он освобождает кислород в виде пузырьков и соединяется с водородом, образуя жидкость, которая проходит через воду, серную кислоту и т. д., чтобы достигнуть отрицательного электрода; так гальванический флюид отдает свой водород и освобождает его в свою очередь в виде газа, сам при этом проникая в провод»⁸.

К подобному объяснению склонялся Вольта⁹, хотя и называл его «более или менее натянутым». Г. Монж¹⁰ высказал мысль о том, что при действии гальванизма вода принимает у разноименных полюсов различные состояния окисления (eau suroxygénée et eau surhydrogénée). В Германии такое мнение разделялось берлинским профессором Симоном¹¹, но оно не находило экспериментального подтверждения. При проведении опытов не отмечалось различий свойств раствора у противоположных полюсов.

Тем не менее Бертолле увидел здесь новое доказательство своего положения о перемешности состава химических соединений без потери ими индивидуальности. По его мнению, «обособленное выделение элементов воды следует объяснить, с одной стороны, способностью воды, как и любого соединения, воспринимать различные пропорции образующих его компонентов, если силы, обуславливающие его образование, встречают противодействующие силы; с другой стороны, свойством положительного электричества способствовать выделению кислорода, а отрицательного электричества, наоборот, — выделению водорода. Но осмотрительность, столь необходимая при физических исследованиях,

⁷ H. Davy. «Nichols. Journ. of Natur. Philos.», 4, 400 (1800).

⁸ G. Cuvier. «Magasin encyclopédique», t. VI, № 23, Floréal, an IX (1801), p. 375.

⁹ A. Volta. Collezione dell'Opera, t. II, parte II, p. 290—291.

¹⁰ G. Monge. «Magasin encyclopédique», t. VI, № 23, Floréal, an IX (1801), p. 375.

¹¹ P. L. Simon. «Gilb. Annalen der Physik», 8, 32 (1801).

советует обожидать, пока эксперимент не выскажется по этому вопросу, еще несколько неясному»¹².

Объяснение Бертолле не встретило поддержки, поскольку после того, как было точно установлено постоянство количественного состава воды, это объяснение звучало явно неправдоподобно.

Приведенные выше объяснения разложения воды гальваническим током были попытками (хотя порою неуклюжими) согласовать новый факт с учением Лавуазье и атомистической теорией. Совершенно по-иному пытались их истолковать Йоганн Вильгельм Риттер (1776—1810). Как ярый приверженец немецкой идеалистической натурфилософии и динамизма Риттер воспользовался возникшими трудностями для нападок на атомистику и учение Лавуазье¹³.

Предпосылкой этому служил следующий опыт Риттера. Наполнив U-образную трубку концентрированной серной кислотой и налив слой воды над ней, он предположил, что тем самым удалось полностью изолировать жидкости у разноименных полюсов. При пропускании тока через систему наблюдалось, как обычно, выделение газов. Пользуясь серной кислотой в качестве промежуточной среды у отрицательного полюса, Риттер получил только кислород, без сопутствующего выделения водорода. Отсюда он заключил, что процессы у разноименных полюсов идут независимо и что разложения воды вовсе не происходит. Воду Риттер считал простым телом, которое, соединяясь с положительным электричеством, образует кислород, с отрицательным — водород. Это заключение Риттер далее широко использовал для обоснования динамизма.

Выводы Риттера, основанные на педантически поставленных экспериментах, ошибочны. Концентрированная серная кислота не отделяет слоев воды; предполагая выделение одного лишь кислорода, Риттер не учел того, что на противоположном полюсе выделялась сера. Несостоятельность экспериментальных доказательств Риттера была доказана его современниками (Симон, Дэви). Но борьба со взглядами Риттера по существу была борьбой за атомистику и систему Лавуазье, против идеалистических, динамических концепций.

Взгляды Риттера встретили поддержку лишь в Германии, где в то время наблюдался расцвет натурфилософии Шеллинга. В Англии и Франции они не нашли сторонников.

¹² C. L. Berthollet. «Essai de statique chimique», part I, an XI. Paris (1803), p. 216—217.

¹³ J. W. Ritter. «Voigt's Magasin f. d. neuesten Zustand der Naturkunde», 2, 256 (1800); J. W. Ritter. «Gilb. Annalen der Physik», 9, 265 (1801).

¹ W. Nicholson. «Nichols. Journ. of Natur. Philos.», 4, 183 (1800).

² H. Davy. «Nichols. Journ. of Natur. Philos.», 4, 275 (1800).

³ W. Nicholson. «Nichols. Journ. of Natur. Philos.», 4, 183 (1800).

⁴ A. Volta. Collezione dell'Opera, t. II, parte II. Firenze, 1816, p. 143.

С гипотезой Риттера перекликалась и гипотеза ганноверского аптекаря Грунера¹⁴. Грунер после продолжительного электролиза не смог установить заметного уменьшения веса взятой воды. Отсюда он сделал вывод, что не вода разлагается электрическим током, а, наоборот, ток разлагается водой, образуя водород и кислород. Грубая постановка опыта, обусловившая подобный вывод, — очевидна.

Интересно отметить, что разложение воды гальваническим током послужило Дж. Пристли поводом для новых выступлений в защиту флогистона¹⁵. Он отрицал факт разложения воды, объясняя появление кислорода тем, что в ней ранее был воздух, так как при электролизе в безвоздушном пространстве якобы не происходит выделения кислорода. В остальном же Пристли довольно остроумно истолковал электрохимические явления в терминах теории флогистона, причем флогистон отождествлялся с электричеством.

Разложение воды гальваническим током вызвало отклики и в России. Здесь уместно напомнить, что первые опыты с вольтовым столбом в России произвел в 1801 г. Г. Ф. Паррот¹⁶, который в то время был в Риге секретарем Лифляндского вольного экономического общества и проводил с Д. Г. Гринделем (другом Риттера по университету, позднее видным фармацевтом) совместные исследования. На основании многочисленных опытов Паррот уже в сентябре 1801 г. смог создать оригинальные представления о гальванических процессах¹⁷.

В работе Паррота¹⁸, удостоенной в 1802 г. награды Гарлемского общества естествоиспытателей, наряду с химической теорией гальванического элемента,

содержались и взгляды автора о механизме разложения воды. Позднее к этой проблеме Паррот возвращался дважды¹⁹. Он был убежденным сторонником идеи образования двух видов воды, высказанной впервые Монжем, и отстаивал ее с большим остроумием и настойчивостью. Согласно Парроту, водород с кислородом способны соединяться в разных пропорциях.

Роль электричества Паррот сводил к изменению агрегатного состояния составных частей воды и приданию им газообразного состояния. «Роль извозчика в подобных переносах (частиц при электролизе. — Я. С.) играет не электричество, а сродство»²⁰.

Легкость воссоединения двух видов воды не позволяет их выделить и изучить, однако Паррот не терял надежду, что это осуществится в будущем.

Следует отметить, что идея Паррота — Монжа отражала факт локального кратковременного обогащения электролизуемой воды у полюсов тока ионами гидроксидов, с одной стороны, и ионами гидроксидов, с другой. Однако у Паррота отсутствовала идея связи вещества и электричества, и само явление электролиза объяснялось не электрическими силами, а силами химического сродства. Такое толкование в эпоху становления представлений об электрической сущности химического сродства шло вразрез с прогрессивными тенденциями научной мысли и не могло содействовать развитию передовых теорий.

В диссертации И. Ф. Эрмана²¹, впоследствии профессора медицины в Казани и в Тарту, содержится объяснение, в общем сходное с предположениями Крукшенка, а также прекрасный обзор истории вопроса и критика динамических взглядов Риттера.

Итак, в первые годы после открытия разложения воды гальваническим током механизм этого явления не был достаточно раскрыт. Большинство химиков склонялось к теории Фуркруа, в которой содержалась ценная идея переноса через жидкость вещества, соединенного с электричеством, в противоположность Риттеру, отрицавшему «какое-либо существование того, что можно назвать током, передвижение чего-то, чем бы оно ни было, с одного места к другому»²².

¹⁹ G. F. Parrott. Grundriss der theoretischen Physik zum Gebrauche für Vorlesungen, t. II. Dorpat, 1811, S. 574—577; G. F. Parrott. Entretiens sur la physique, V. Dorpat, 1822, p. 211—214.

²⁰ Там же, стр. 214.

²¹ J. F. Erdmann. Utrum aqua per electricitatem columnae a celeberrimo Volta inventae in elementa sua dissolvatur. Wittenberg, 1802.

²² J. W. Ritter. Beiträge zur näheren Kenntnis des Galvanismus, Bd. II. Jena, 1800, S. 44.

Неудачи первых гипотез объяснений механизма электролиза воды заключались в том, что их авторы пытались итиснуть новые представления в рамки традиционного мышления. Были даны объяснения при помощи нереальных надуманных состояний материи (раствор газа в электрическом флюиде, окисленное или восстановленное состояние электричества) или же путем отхода от почвы фактов сложности и постоянства состава воды. Между тем, химическое действие электрического тока, пространственно разделенное образование продуктов реакции, «химическое дальное действие» явились принципиально новыми фактами на пути развития химии. Химическое действие тока дало экспериментальное обоснование идее полярности сложных молекул, идее связи вещества и электричества, наличия двух противоположных зарядов в молекуле. Объяснение этого явления требовало принципиально нового подхода. Такой подход содержался в теории Гроттгуса.

Уроженец Курляндии Теодор Гроттгус (1785—1822), посетивший с целью приобретения знаний Францию и Италию, слушал лекции Фуркруа, Бертолле, Воклена в Парижской политехнической школе и, несомненно, узнал здесь о трудностях объяснения электролитических явлений. Поэтому, когда позднее, во время пребывания в Неаполе, английский врач Дж. Томсон представил в его распоряжение батарею для повторения напумевших опытов Паккиани над образованием соляной кислоты при электролизе воды (что по сути дела было попыткой экспериментального доказательства предположения Монжа — Паррота), Гроттгус оставил это в стороне и занялся целью объяснения механизма разложения воды гальваническим током²³.

Взгляды Гроттгуса были изложены в мемуаре, напечатанном в Риме в конце 1805 г. на французском языке (аналогичное издание появилось в Митаве в 1806 г.). Экземпляр этого труда Гроттгус послал в Париж своему учителю Фуркруа, который по достоинству оценил эту работу и распорядился перепечатать ее в «Annales de Chimie» (после чего этот труд стал известен самым широким кругам ученых)²⁴.

Хотя в первом мемуаре Гроттгуса еще не вполне отчетливо говорилось о полярности как постоянном свойстве молекул

²³ J. F. von Recke, K. E. Napier-sky. Allgem. Schriftst. Lexikon, Bd. II. Mitau, 1829, S. 123.

²⁴ Th. v. Grotthuss. Mémoire sur la décomposition de l'eau et des corps qu'elle tient en dissolution à l'aide de l'électricité galvanique. Rome, 1805; Mitau, 1806; «Annales de chimie», 58, p. 54—74, (1806); «Tilloch's Philos. Mag.», 25, 330—339 (1806); на русском языке в кн.: В. В. Петров, Т. Гроттгус и др. Избранные труды по электричеству. М., Гос-техтеоретиздат, 1956.

воды, а она объявлялась индуцированной электрическим током или возникающей вследствие взаимной электризации, все же здесь впервые вырисовывалась идея возникновения противоположных электрических в самих молекулах воды.

«Вольтов столб, которым обессмертен гений его изобретателя, является электрическим магнитом, в котором каждый из элементов (т. е. каждая пара пластин) обладает своим положительным и своим отрицательным полюсом. Рассмотрение этой полярности навело меня на мысль о том, что подобная полярность может образоваться и в молекулах воды, если они будут подвергнуты действию такого же электрического агента. И я должен сознаться, что это было для меня лучом света»²⁵.

Сам механизм электропроводности, по Гроттгусу, как известно, состоит в ряде последовательных разложений и воссоединений молекул воды по цепи, причем лишь самые крайние частицы выделяются в виде свободных элементов у полюсов тока. Этим было дано ясное и наглядное толкование механизма гальванического разложения воды, подтверждаемое известными тогда экспериментальными фактами.

Уместно вспомнить, что подобный механизм дискутировался Риттером уже в 1801 г., но был им же отвергнут как несовместимый с его упомянутыми выше экспериментами:

«Нечто гораздо более далекое от всего, что предлагалось (или в известном отношении более близкое), была возможность, мерещившаяся перед моими глазами. Я думал, вдруг выступит кто-то и скажет: у кислородного провода, например, действительно разлагается вода; атом водорода, возникающий в первое мгновение этого разложения в соприкасающейся с проводом точке, оттягивает (покуда его кислород остается у провода) кислород у близлежащего, еще неразложенного атома воды и с ним образует воду, в то время как освободившийся при этом водород действует подобным образом на следующий, третий атом воды; водород последнего, в свою очередь, — на четвертый и т. д. пока, наконец, не дойдет черед до атома воды, непосредственно граничившего с водородным проводом; теперь в линии проводимости рядом с ним уже не окажется нового атома воды, поэтому он останется свободным и выделится в качестве водорода. Первому лучу такого действия следовали бы и другие, и так легко понятной становилось бы и наблюдаемое образование кислорода и водорода»²⁶.

Известный немецкий физик Швейгер, знакомя в 1807 г. немецкую обществен-

²⁵ В. В. Петров, Т. Гроттгус и др. Избранные труды по электричеству, стр. 151.

²⁶ J. W. Ritter. «Gilb. Annalen der Physik», 9, 280—281 (1801).

¹⁴ J. L. W. Gruner. «Gilb. Annalen der Physik», 8, 225 (1801).

¹⁵ J. Priestley. «Nichols. Journ. of Natur. Philos.», 6, 198 (1802); «Gilb. Annalen der Physik», 12, 466 (1802).

¹⁶ G. F. Parrott. «Gilb. Annalen der Physik», 5, 387 (1801); Ср. А. А. Елисеев. Труды совещания по истории естествознания 24—26/XII 1946. М.—Л., 1948, стр. 120—131.

¹⁷ По этому поводу Паррот писал: «Теория [моя] датируется сентябрем прошлого года, когда я еще почти ничего не читал по этому предмету, так как стража царя Павла бодрствовала у границ и воспрещала поступление литературы к нам; поэтому она основана почти исключительно на моих собственных экспериментах, которых я к тому времени поставил около восьмидесяти, большинство их тогда еще не было известно, а впоследствии они появились на страницах Ваших annalen».

¹⁸ G. F. Parrott. «Gilb. Annalen der Physik», 12, 49—73 (1802); «Gilb. Annalen der Physik», 21, 239—240 (1805).

ность с мемуаром Гроттгуса, после обстоятельной критики экспериментальной части (в которой вполне справедливо упрекает автора за незнание работ своих предшественников) говорит о предлагаемой Гроттгусом теории: «Видно, что она является той же теорией, которую уже в 1801 г. Риттер заблаговременно оспаривал как невозможную, но тогда еще никем не высказанную теорию»²⁷.

Очень интересно, что говорит по этому поводу сам Гроттгус:

«Среди разнообразных более или менее подходящих гипотез, которые выдвигались по поводу этого важного факта, насколько я знаю, лишь предположение Риттера, высказанное им в 1801 г. (следовательно, ранее меня), похоже на то, которое я в статье 1805 г. полагал доказанным в качестве истинной теории явления. Однако моя теория существенно отличается от вышеупомянутой теории Риттера тем, что, согласно моему воззрению, элементарные атомы воды сами принимают противоположные электрические состояния (а именно, кислород — Е, водород + Е). Об этом в гипотезе Риттера ничего нет. Впрочем, Риттер направил всю мощь своей проницательности, чтобы ради утверждения им простоты состава воды (одна из его любимых идей) опровергнуть вышеупомянутую, сходную с моей идеей и даже представить ее как невозможную. В этом отношении с ним вышло почти как с превосходным химиком Пристли, который (как выразился один остроумный парижский ученый) решительно отказался признать собственную дочь, новейшую пневматическую химию Лавуазье».

«Последующая статья мною была набрана в 1805 г. в Неаполе и напечатана в том же году в Риме. Я тогда еще был новичком в химии и совсем не знал сочинений Риттера, которые и без того вряд ли смог бы достать в Италии. Даже если бы я их и знал, то они, по-видимому, тогда могли бы лишь запутать мои идеи относительно гальванического разложения воды, поскольку Риттер отбросил как невозможное то, что мне казалось доказанным не только в качестве возможного, но и истинного, однако посредством существенной модификации. Вряд ли имеется необходимость добавить, что это существенное видоизменение, именно, предположение электрических состояний элементарных частиц тел ($\pm$), действующих друг на друга химически или скорее электрохимически, одновременно является основной идеей всей электрохимии и что эта фундаментальная идея была выдвинута мною на целый год раньше сэра Дэви»²⁸.

²⁷ Schweigger. «Gehlen's Journal f. Chemie und Physik», Bd. 5, N. 1, (1808), S. 117.

²⁸ Th. v. Grotthuss. Physisch-chemische Forschungen. I. Nürnberg, 1820, SS. 113—115.

Сравнение идей Гроттгуса и Риттера является новым примером влияния философских взглядов ученых на их научные достижения. Риттера заставило отказаться от прогрессивной для своей эпохи идеи не столько самолюбие экспериментатора (ошибочность своих опытов он признал еще в 1801 г. — Я. С.), сколько его динамическое мировоззрение.

Еще с 1798 г. Риттер неизменно подчеркивал проявление двух противоположных электрических во всех химических и электрохимических процессах, рассматривая последние как результат «конфликта противодействующих сил». Именно эти воззрения Риттера оказали решающее влияние на становление основных положений идеалистической диалектики его друга Шеллинга — идеи борьбы и единства противоположных сил в природе. Однако, будучи идеалистом, Риттер вместе с Шеллингом рассматривал электричество не как особую форму существования материи, а как чистую нематериальную силу. Подход Гроттгуса в корне отличается от подхода Риттера, как подходы материалистической атомистики и идеалистического динамизма.

Передовое мировоззрение Гроттгуса отмечается уже в первой рецензии на его сочинение, появившейся в митавском журнале и подписанной Р. (Йоганн Фридрих Рекке (1764—1846), курляндский историк, позднее биограф Гроттгуса):

«Основательная химия является источником всего нашего познания, позволяющим правильно оценивать и толковать явления вещественного мира. Лежащая перед нами статья представляет новое доказательство этой истины, вместе с тем дает похвальное свидетельство превосходного таланта и беспредельного прилежания господина автора, который является нашим земляком. Весьма отрадно отметить, что он, придерживаясь надежной руки опыта, избежал ложных путей гиперфизической натурфилософии, столь охотно принимаемой несведущими и ленивыми, и не стал навязывать, по дурной привычке наших дней, заумные способы представления как единственно верные, игнорируя всякий опыт; что он не строил из понятий физических гипотез и не преподносил их на языке категорической достоверности; не прятал реальный мир в идеях, а, наоборот, раскрывал его в идеях»²⁹.

Сам Гроттгус считал сущностью своей теории электролиза не столько механизм обмена зарядами по цепи молекул, сколько идею электрополярности молекул, основную идею электрохимии начала XIX в., на основе которой Дэви создал свою теорию химического сродства, а Берцелиус построил систему электрохимического дуализма. Именно в защиту своего приоритета направлены все многочисленные (начи-

²⁹ «Wöchentliche Unterhaltungen f. Liebhaber deutscher Lectüre in Russland», 2, № 18—19, Mitau, 1807.

ная с 1812 г.) полемические выпады Гроттгуса против Дэви и Берцелиуса, замалчивающих его авторство.

В этой связи встает вопрос: повлиял ли мемуар Гроттгуса на становление взглядов Дэви? В знаменитом бекеровском чтении 20 ноября 1806 г. Дэви пользуется как идеей полярности молекул, так и самим механизмом электропроводности, предложенным Гроттгусом, не упоминая, однако, о нем ни слова³⁰. В связи с этим Оствальд пишет: «... объяснение Дэви такое же, как у Гроттгуса: представление о последовательных разложениях и воссоединениях в круге тока; и здесь, по-видимому, Дэви не знаком с более ранними работами, так как имя Гроттгуса не упоминается»³¹. Однако это мало вероятно, так как Томсон направил несколько экземпляров мемуара Гроттгуса в Англию сразу же после его появления³², а затем этот мемуар был полностью опубликован в летнем номере 1806 г. журнала Тиллока³³, который Дэви не мог не читать. К тому же Дэви имел свойство, сам того не замечая, быстро подхватывать и развивать чужие мысли³⁴. Но вместе с тем, не исключено, что ко времени ознакомления с трудом Гроттгуса Дэви уже сам дошел до подобных мыслей.

Нельзя также не видеть, что мемуар Дэви больше, чем что-либо, содействовал быстрому признанию и распространению теории Гроттгуса. Причина того, что аналогичные мысли Риттера в 1801 г. не привлекли внимания, кроется не только в отрицательном отношении к ним самого автора, но и в том, что за пределами Германии труды Риттера были известны не полностью. Надо было еще доказать, что пространственно разделенное образование продуктов электролиза — не изолированный факт, а общее явление при электро-

³⁰ Г. Дэви. О некоторых химических действиях электричества. М.—Л., 1933, стр. 23—24.

³¹ W. Ostwald. Electrochemie, ihre Geschichte und Lehre. Leipzig, 1896, S. 354.

³² Th. von Grotthuss. «Schweigger's Journal f. Chemie und Physik», 4, 249 (1812).

³³ «Tilloch's Philos. Mag.», 1806, 25.

³⁴ G. Bugge. Buch der grossen Chemiker. Bd. I. Weinheim, 1955, S. 407.

химических действиях. Поэтому и теоретические положения Дэви и его экспериментальные работы по получению щелочных металлов оказали решающее влияние на признание теории Гроттгуса. По этому поводу Гроттгус писал:

«Примерно на год позже появилась интересная статья Дэви, где я нашел свою же теорию, и был этим немало обрадован, так как хорошо знал, что она войдет в употребление естествоиспытателей благодаря авторитету этого талантливого химика»³⁵.

В последующие десятилетия идея полярности и теория Гроттгуса получили широкое распространение и признание.

Теорией Гроттгуса закончился первый этап борьбы мнений по вопросу о механизме электропроводности растворов. В течение десятилетий она была основной идеей для объяснения механизма электролитических явлений, пока накопление новых экспериментальных данных постепенно не привело к понятию свободных ионов, к теории электролитической диссоциации. Однако и в настоящее время представлениями Гроттгуса широко пользуются для объяснения аномально высокой электропроводности ионов гидроксония и гидроксила³⁶. Историческая роль теории Гроттгуса превосходит границы ее частных приложений; это была первая наглядная трактовка движения частиц раствора в электрическом поле, учитывающая взаимодействие электричества, приложенного извне, с электричеством, скрытым в самой вещественной частице. Она показала, что прохождение тока через раствор неизменно сопровождается его разложением, имеющим место не только у полюсов, но и внутри раствора в виде последовательных разложений и воссоединений. Отсюда в дальнейшем намечился логический переход к понятию иона — электрически заряженной, независимо существующей частицы в растворе.

И. П. Страдинь
(Рига)

³⁵ Th. von Grotthuss. Schweigger's Journal f. Chemie und Physik, 4, 249 (1812).

³⁶ H. Darnell. «Zschr. Elektrochem.», 11, 249 (1905); E. Hückel. «Zschr. Elektrochem.», 34, 546 (1928); N. Bjerrum. «Kgl. Danske Vidensk. Selsk.», 27, № 1 (1951).

К ИСТОРИИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО УЧЕНИЯ ГИББСА

Одним из наиболее интересных вопросов истории химической термодинамики является вопрос о роли Гиббса в развитии химической термодинамики в начальный период ее существования.

Возникновению химической термодинамики предшествует длительная эволюция теории теплоты в физике и учения о законах действия сродства в химии.

Теория теплоты к 70-м годам прошлого века вырастает в самостоятельную науку — термодинамику, основанную на двух общих законах — первом и втором началах — и располагающую собственными методами исследования — методом круговых процессов и аналитическим методом полных дифференциалов. Дальнейшее развитие термодинамики должно было состоять

в первую очередь в расширении ее приложений.

В 70—80-х годах XIX в. в химии складываются две системы химической механики — термодинамическая, основанная на принципе наибольшей работы, и учение о химическом равновесии (закон действующих масс и теория диссоциации). Постепенно выявляется неполнота и противоречивость обеих систем воззрений: в учении о равновесии, ограниченном законом действия масс, не использовалась энергетическая характеристика реакций, термодинамика же не была в состоянии объяснить равновесие.

Для разрешения кризиса в учении о законах действия сродства требовалась новая теоретическая база. Этой базой и явилась термодинамика.

Первые отдельные попытки использования термодинамики в химии¹ не имели общего значения². Только в 1873 г. доценту химии в Гейдельберге А. Горстману³ удалось найти общий путь термодинамического анализа химического равновесия: исходя из постулата о возрастании энтропии, он формулирует положение о том, что условием равновесия изолированной системы является максимальность ее энтропии. Так зародился новый термодинамический метод, опирающийся на критерий равновесия. Но это событие прошло почти незамеченным, и даже конкретные результаты, полученные Горстманом (им была развита теория диссоциации, которую он подтвердил) и экспериментальными данными), не привлекли внимания его коллег: кризис в химической механике еще не на-

зрел, и применение отвлеченной физической теории не казалось необходимым.

Более своевременным оказался мемуар Г. Гельмгольца «К термодинамике химических реакций» (1882)⁴, сразу завоевавший всеобщее признание, что в некоторой степени может объясняться также и научным авторитетом автора.

Гельмгольц не только разрешил наболевший вопрос электрохимии о связи между электродвижущей силой гальванического элемента и теплотой происходящего в нем химического процесса⁵, но и указал подход к решению общей проблемы о мере химического сродства. Разделив величину энергии химического (и любого другого) процесса на свободную и связанную энергию, Гельмгольц показал, что именно величиной изменения свободной энергии (а не величиной теплового эффекта) определяется результат реакции. Вместе с тем он выявил замечательные свойства открытой им новой термодинамической величины: она является характеристической функцией⁶ и, кроме того, выражает наибольшую работу, которая может быть произведена в результате процесса; последнее ее свойство дает критерий равновесия системы: при равновесии (в изотермических условиях) свободная энергия должна быть минимальной.

Гельмгольц не развил своей мысли о новой мере химического сродства. Это было сделано Вант-Гоффом, работами которого и завершается формирование химической термодинамики как самостоятельной дисциплины (1884—1885). Вант-Гофф⁷ впервые с единой точки зрения рассмотрел скорость и равновесие химических реакций, гомогенные и гетерогенные равновесия, вопрос о мере химического сродства,

⁴ H. Helmholtz. «Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss.», 1882, 2 Febr., S. 22—39. Цит. по «Ostwald's Klassiker», № 124.

⁵ Теория, разработанная в середине века Джоулем (1841), Гельмгольцем (1847) и В. Томсоном (1851), утверждала пропорциональность этих величин. Это положение, вполне согласовавшееся с идеями термохимической системы Берто, начало колебаться под напором противоречащих ему фактов, но правильной теорией электрохимии не располагала. Теперь такая теория была создана Гельмгольцем.

⁶ F. Massieu. «Compt. rend.», 1869, t. 69, p.p. 858—862, 1057—1061; «Mém. savants étrang.», 1876, v. 12, № 2, pp. 1—92. В этих работах Массье впервые предложил способ выражения термодинамических величин через особые функции и их производные по аргументам. Такие функции он назвал характеристическими.

⁷ Я. Г. Вант-Гофф. Очерки по химической динамике. Л. 1936; Я. Г. Вант-Гофф. Химическое равновесие в системах газов и разведенных растворов. М., 1902.

связав все эти проблемы с «фундаментом» столь надежным, как термодинамика». Посредством введения представления о полупроницаемых мембранах Вант-Гофф развил метод круговых процессов применительно к химическим превращениям и получил термодинамически такие фундаментальные соотношения, как закон действия масс, изохора реакции, а также ряд формул криоскопии. Он выразил величину сродства не тепловым эффектом, а максимальной работой процесса и заменил принцип наибольшей работы своим принципом подвижного равновесия, основанным на уравнении изохоры. Вант-Гофф объединил две системы химической механики на основе термодинамики, внося ясность и в термохимию и в учение о равновесии.

Именно в результате трудов Вант-Гоффа изменилось положение термодинамики в химии, и прежние работы Кирхгоффа, Горстмана, Гельмгольца, ранее изолированные, теперь оказались связанными друг с другом в рамках новой научной дисциплины.

Конечно, это было лишь началом развития новой науки; не говоря о необходимости развития ее вширь (т. е. распространения среди широких кругов химиков и применения к различным экспериментальным данным), предстоял еще громадный труд в отношении углубленной разработки теории. Следовало усовершенствовать аналитические методы, примененные Кирхгоффом, Горстманом и Гельмгольцем, в частности, найти способ выражения роли отдельных веществ — участников процесса (отдельные попытки в этом направлении уже имелись и у Горстмана и у Гельмгольца), нужно было также установить связь между критериями Горстмана и Гельмгольца; следовало найти критерий равновесия для различных условий сопряжения системы с окружающей средой, в особенности для систем, находящихся при постоянном давлении (в работах Гельмгольца и Вант-Гоффа были найдены решения лишь для случая постоянного объема). Кроме того, предстояло освоение новых случаев равновесия, в частности, сложного гетерогенного равновесия в растворах.

Дальнейшее развитие химической термодинамики должно было разрешить все эти проблемы.

Однако оказалось, что эта колоссальная работа была уже выполнена и притом выполнена одним человеком — Дж. В. Гиббсом⁸: в 1876 и 1878 гг. в «Трудах Коннектикутской академии» был опубли-

кован его бессмертный труд «О равновесии гетерогенных веществ»⁹.

В основе учения Гиббса лежит принцип равновесия, дающий критерии термодинамического равновесия и устойчивости — максимальность энтропии или минимальность энергии замкнутой системы. При помощи термодинамических функций состояния — энтропии, энергии, энтальпии, свободной энергии и термодинамического потенциала — принцип равновесия может быть представлен в различных формах, эквивалентных друг другу, по относящихся к различным условиям изоляции системы. Изменения названных функций (кроме энтропии) в определенных условиях выражают работу, произведенную системой, в связи с чем эти функции являются термодинамическими потенциалами (обобщенное понятие потенциальной энергии, взятого из механики), и именно это делает их пригодными для выражения условий равновесия. Аппарат фундаментальных уравнений, выражающих термодинамические потенциалы, позволяет оперировать последними и как характеристическими функциями.

Развивая созданный метод применительно к системам переменного состава, Гиббс вводит важнейшие понятия — фаза, компонент, химический потенциал. Это дает возможность учесть изменения химического состава системы и роль отдельных веществ в равновесии: в фундаментальные уравнения вводятся специальные члены, выражающие химическую работу как произведение химического потенциала каждого компонента на изменение его массы.

Аналитический метод Гиббса состоит в использовании принципа равновесия и фундаментальных уравнений для анализа различных случаев равновесия. Посредством этого метода Гиббс легко получил общие условия фазового равновесия (и как одно из их следствий, ставшее позднее знаменитым, правило фаз), уравнения равновесия химических реакций в идеальном газовой системе и бесконечно разбавленных растворах, основные уравнения термодинамики поверхностных явлений и электрохимической термодинамики. Основываясь на созданном им учении о термодинамической устойчивости, Гиббс разработал теорию критических явлений. Кроме того, он глубоко развил геометрические методы термодинамики.

Оценивая значение предложенного им метода, Гиббс писал в 1881 г.:

«Ведущей идеей, которой я следовал в моей статье о равновесии гетерогенных веществ, было раскрытие роли энергии и энтропии в теории термодинамического равновесия. Посредством этих величин легко можно выразить общее условие равновесия и, прилагая его к различным случаям, мы сразу приходим к специальным

⁹ Дж. В. Гиббс. Термодинамические работы. М.—Л., 1950.

⁸ О жизни и деятельности Гиббса см. монографию: L. P. Wheeler. Josiah Willard Gibbs, the history of a great mind. Yale, 1951, в которой содержится обширная литература; В. К. Семенов. «Усп. химии», 1939, № 8, стр. 673—681; Дж. В. Гиббс. Термодинамические работы. М.—Л., 1950. Вводная статья и предисловие.

условиям, которые их характеризуют. Таким образом, мы получаем следствия, вытекающие из фундаментальных принципов термодинамики (заключенных в определенных энергии и энтропии), посредством приема, который кажется более простым и который ведет к решению задач более легко, чем обычный метод, в котором рассматриваются по отдельности различные части кругового процесса. Хотя мои результаты в значительной мере такие же, какие были получены другими методами, все же, так как я легко получил и такие результаты, которые мне были прежде неизвестны, я укрепился в убеждении о пригодности предложенного метода.

Один известный немецкий физик сказал, — если память мне не изменяет, — что задача теоретического исследования — давать форму, в которой могут быть выражены результаты эксперимента. В данном случае мы приходим к некоторым функциям, которые играют главную роль в определении поведения вещества в отношении химического равновесия. Формы этих функций, однако, подлежат экспериментальному определению, и здесь мы встречаем наибольшую трудность и находим неисчерпаемую область для работы¹⁰.

Как ни поразительно богатство полученных Гиббсом результатов, оно может найти некоторое объяснение в дедуктивном характере термодинамики: гениальный логик сумел создать целую систему выводов, опираясь лишь на два начала. И все же труд Гиббса вызывает чувство глубокого удивления: он один заключает в себе все основное теоретическое содержание современной химической термодинамики.

Это не значит, что с появлением системы Гиббса химическая термодинамика не подлежала дальнейшему развитию. Напротив, именно теперь перед ней развернулись необозримые горизонты в открытии и исследовании различных случаев равновесия в химии, причем такое исследование требовало подчас большой проницательности. Но общие методы исследования и главные направления работы уже были даны трудом Гиббса, этим своего рода Principia химической термодинамики.

Однако труд этот увидел свет слишком рано. Понадобилось еще около десятилетия интенсивной работы физиков и химиков, чтобы подготовить почву для признания и полного понимания учения Гиббса.

Правда, еще в 1876 г. Максвелл пытался привлечь внимание научной общественности к главному сочинению Гиббса, подчеркивая, что оно «пронизывает новый свет на термодинамику»¹¹. В 1880 г. распро-

страненный в Европе реферативный журнал поместил на своих страницах сжатое, но весьма четкое и содержательное изложение основных идей труда Гиббса¹². Но эти публикации, как и прекрасный автореферат сочинения Гиббса¹³, заданный также и в Европе, были встречены почти полным молчанием¹⁴. Этому не приходится удивляться, если вспомнить равнодушный прием, оказанный сочинением Горстмана, несравненно более простым для понимания и напечатанным в более доступных изданиях¹⁵.

В первой половине 80-х годов встречаются только единичные ссылки на труд Гиббса: о нем упоминают Гельмгольц, Ван-дер-Ваальс, Дюгем, Лемуан, Алексеев, Мюир. Лишь с середины 80-х годов учение Гиббса находит первых последователей.

К этому времени, как мы видели, в термодинамике уже созрели представления, способствовавшие восприятию идей Гиббса: Горстман установил одну из форм принципа равновесия, Массье ввел понятие о характеристических функциях, наконец, Гельмгольц открыл один из термодинамических потенциалов — свободную энергию (к этой функции пришел также и Максвелл).

Первая работа, посвященная развитию идей Гиббса, принадлежит, по-видимому,

¹² «Beibl. zu Wied. Ann.», 1880, № 4, S. 864—871.

¹³ J. W. Gibbs. «Amer. Journ. Sci.», 1879, № 16, p. 441—458; J. W. Gibbs. Repertorium der Mathematik. Hrsg. von L. Königsberger u. G. Zeuner, Bd. 2. Leipzig, 1879, S. 300—320. Русский пер., см. «Усп. химии», 1939 № 8, стр. 646—665.

¹⁴ Эти первые отклики на труд Гиббса, по-видимому, почти неизвестны и сейчас: они не упоминаются в названных выше исследованиях о Гиббсе.

¹⁵ В монографии Уилера (стр. 96), являющейся последним исследованием о Гиббсе, подчеркивается, что мнение о малой доступности сочинений Гиббса сильно преувеличено. Труды Коннектикутской академии рассылались 140 ученым обществам Европы; кроме того, отписки сочинений Гиббса были дополнительно разосланы большинству крупнейших физиков и химиков мира. Как видно из книги Уилера (стр. 242—243), в России автореферат труда Гиббса был получен киевским математиком И. И. Рахманиновым и профессором физики в Дерпте А. Эттингеном. В. Оствальд вспоминает («Chem. Weechl.», 1926, t. 23, p. 409—410), что именно Эттинген обратил его внимание на труд Гиббса и побудил выполнить его перевод на немецкий язык. Так появилось известное немецкое издание «Равновесия гетерогенных веществ» (J. W. Gibbs. Thermodynamische Studien. Leipzig, 1892). Что касается участия И. И. Рахманинова в распространении идей Гиббса, то пока никаких данных об этом нам найти не удалось.

¹⁰ L. P. Wheeler. Josiah Willard Gibbs..., p. 89.

¹¹ J. C. Maxwell. On the equilibrium of heterogeneous substances. «Proc. Cambridge Philos. Soc.», 1876, vol. II; J. C. Maxwell. Scientific papers, vol. II Cambridge, 1890, p. 498—500.

Дюгему¹⁶. Этот крупный французский физик в течение многих лет настойчиво пропагандировал учение Гиббса, специально посвятив ему ряд выступлений в печати¹⁷ и используя метод Гиббса в своих оригинальных работах.

Основное внимание Дюгем уделит разработке понятия о термодинамическом потенциале¹⁸ (ему принадлежит и этот термин). Кроме того, им написаны многочисленные статьи, посвященные разбору различных вопросов химического и, отчасти, фазового равновесия методами Гиббса. Большинство полученных результатов Дюгем объединил в четырехтомном «Трактате по химической механике»¹⁹.

Однако труды Дюгема не получили широкого распространения, отчасти, как можно предполагать, из-за перегруженности громоздкими математическими выкладками, отпугивавшими читателей, отчасти вследствие господства во Франции термодинамических идей Вертло.

Подлинной второй родиной учения Гиббса стала Голландия. Именно здесь были глубоко восприняты и развиты идеи Гиббса, в особенности его теория фаз. Возглавляемая И. Д. Ван-дер-Ваальсом голландская школа физико-химиков (Роосеboom, Ван-Лаар, Схрейнемакерс, Ван-Рейн, Ван-Алкемаде и др.) сделала весьма много для популяризации идей Гиббса среди химиков, связав их с экспериментальными исследованиями, в первую очередь, в области гетерогенных равновесий; вместе с тем учеными этой школы были получены важнейшие теоретические результаты. В частности, Ван-Рейн, Ван-Алкемаде и Роосеboom создали метод геометрического вывода диаграмм состояния двойных систем из кривых термодинамического потенциала²⁰, а Ван-дер-Ваальс вывел дифференциальное уравнение сосуществования фаз в двойных системах²¹. Голландским ученым принадлежит также ряд других работ²².

¹⁶ P. Duhem. Sur le potentiel thermodynamique. «Compt. rend.», 1884, t. 99, pp. 1113—1115.

¹⁷ P. Duhem. «Bull. sci. math.». Paris, 1887, t. 11, pp. 122—148; 1907, t. 31, pp. 181—211; J. W. Gibbs. A propos de la publication de ses mémoires scientifiques. Paris, 1908.

¹⁸ P. Duhem. Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à la théorie des phénomènes électriques. Paris, 1886 (изд. 2 — 1896).

¹⁹ P. Duhem. Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodynamique. Paris, 1897—1899.

²⁰ A. C. van Rijn van Alkemade. «Z. phys. Chem.», 1893, Bd. 11, SS., 289, 327; H. W. B. Roozeboom. «Z. phys. Chem.», 1899, Bd. 30, SS. 385—429.

²¹ J. D. van der Waals. Die Kontinuität des gasförmigen und flüssigen Zustandes, Teil 2. Leipzig, 1900, S. 107.

Таким образом, с середины 80-х годов начинается интенсивное развитие учения Гиббса. Но идеи Гиббса не могли завоевать химическую термодинамику сразу: в это время только начинался расцвет того ее направления, которое было развито в работах Вант-Гоффа. Это направление еще далеко не исчерпало своих возможностей и поэтому оказалось весьма жизнеспособным. Простое по своему математическому аппарату (это имело большое значение ввиду слабого знания математики большинством химиков), непосредственно связанное с экспериментальным материалом, это направление с конца 80-х годов быстро распространяется в химии, особенно в Германии, и находит наиболее полное выражение в одном из популярнейших руководств того времени — «Теоретической химии» Нернста²³.

Так становится фактом раздвоение пути развития химической термодинамики: в ней окончательно складываются два параллельных направления, которые естественно назвать догиббсовской и гиббсовской химической термодинамикой.

Догиббсовская химическая термодинамика возникла в связи с непосредственными вопросами химии и, в соответствии с этим, разрабатывала в первую очередь вопросы равновесия химических реакций в газах и отчасти в разбавленных растворах, а также доступные для нее случаи гетерогенного равновесия с газовой фазой и некоторые случаи электрохимических равновесий²⁴. В методологическом отношении она не представляла единого целого: наряду с методом круговых процессов Вант-Гоффа в ней использовались и аналитические методы, сходные с теми, которые были даны Кирхгоффом, Горстманом и Гельмгольцем (наиболее значительные из работ, опирающихся на аналитические методы, принадлежат Планку²⁵).

Гиббсовская химическая термодинамика, возникшая как логическое развитие общей термодинамики и в связи с этим замечательно цельная по своим методам, изучала более общие случаи, главным образом сложные фазовые равновесия.

²² См. в особенности обобщающие труды: H. W. B. Roozeboom (и др.). Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkt der Phasenlehre. Braunschweig, 1901—1918; И. Д. Ван-дер-Ваальс и Ф. Констамм. Курс термостатики. М., 1936, (изд. 1 — 1908—1912).

²³ W. Nernst. Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadro'schen Regel und der Thermodynamik. Stuttgart, 1893 (изд. 2 — 1896, изд. 3 — 1900, изд. 4 — 1904).

²⁴ Там же; F. Haber. Thermodynamik der technischen Gasreaktionen. München, 1905.

²⁵ M. Planck. «Wied. Ann.», 1887, Bd. 30, S. 562—582; Bd. 31, S. 189—203; Bd. 32, S. 462—503.

Это своеобразное раздвоение химической термодинамики в начальный период ее существования связано, очевидно, не только с двойственностью ее происхождения, которым она обязана в равной мере и физике и химии, но и с «досрочным» появлением учения Гиббса: логически оно должно было завершить развитие догиббсовской термодинамики, фактически же оно возникло до того, как эта последняя сформировалась. Гений Гиббса опередил современную ему науку на десятки лет.

С конца 80 — начала 90-х годов XIX в. догиббсовская химическая термодинамика начинает испытывать серьезное влияние идей Гиббса (это хорошо видно в статьях Планка²⁶, который, впрочем, упорно избегал пользоваться химическими терминами). В первую очередь благодаря своей простоте и большому класси-

фикационному значению получает широкое распространение правило фаз Гиббса²⁷. Работы, в которых используется правило фаз, заполняют собой пограничную область между двумя направлениями химической термодинамики.

Однако разделение обоих направлений продолжает сохраняться, и развитие химической термодинамики в течение первых двух десятилетий XX в. состоит по-прежнему в исследовании различных случаев равновесия как методами догиббсовской химической термодинамики, так и методами Гиббса.

Постепенное объединение обоих направлений на основе учения Гиббса относится к 20—40 годам нашего века.

А. Я. Кипинне
(Ленинград)

²⁷ W. D. Bancroft. The phase rule. N. Y., 1897; A. Findlay. The phase rule and its application, 1904.

²⁶ Там же.

РАБОТЫ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА В ОБЛАСТИ ТЕРПЕНОВ И ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

Многогранное наследие гениального Д. И. Менделеева за полвека, прошедшие со дня его смерти, подверглось всестороннему изучению. Несмотря на это, интереснейшие его работы, посвященные терпенам и эфирным маслам, до сих пор остаются нерассмотренными в историко-научной литературе. Настоящее сообщение преследует цель частично восполнить отмеченный пробел.

Д. И. Менделеев придавал огромное значение изучению и освоению неисчерпаемых богатств России. К числу таких богатств наравне с нефтью и углем Менделеев относил лесохимические продукты — канифоль и скипидар, которые, по его выражению, были «исконными русскими товарами». Он писал: «Терпентин, или живица (древесная сера), т. е. содержащаяся в хвойных деревьях смесь (раствор, соединение) гарпиуса, или канифоли со скипидаром (или терпентинным маслом), относятся к числу важнейших в промышленном отношении растительных продуктов этого рода... Гарпиус, скипидар, самый терпентин, деготь и смола хвойных деревьев суть товары, имеющие многообразное практическое приложение, и составляют крупные отрасли лесотехнических продуктов, чрезвычайно важных для России, некоторые места которой... обладают большими избытками лесов»¹. Заботясь

¹ Д. И. Менделеев. Соч., т. XIX, стр. 724. — Все дальнейшие ссылки приводятся по академическому изданию Сочинений Д. И. Менделеева (1946—1952 гг.) с указанием тома и страниц. На работы Д. И. Менделеева по лесохимии обратил внимание П. М. Лукьянов в III томе «Ис-

о развитии производства в России скипидара и канифоли, Д. И. Менделеев был в то же время одним из первых исследователей этих продуктов. Первые работы Д. И. Менделеева по содержанию смол в различных частях дерева относятся к 60-м годам прошлого столетия. Об этом Менделеев писал: «По моим определениям, сделанным в 60-х годах в новгородской лесной даче покойного проф. А. К. Рейхеля, в пневом осмоле (бралась средняя проба) — около 15% смолы (живицы), а в стволовом — около 13%»².

Менделеев нашел, что: «Терпентинное масло, извлеченное из смолы нашей обыкновенной сосны, отклоняет плоскость поляризации вправо; а именно $\alpha_D = 19^\circ$ (по моим определениям)»³.

Величина вращения плоскости поляризации, полученная для терпентинного масла, была невысокой. Это объясняется тем, что Менделеев исследовал недостаточно очищенное терпентинное масло. Тем не менее это исследование имело важное значение: показав различие в знаке вращения плоскости поляризации русского скипидара с другими скипидарами, в частности с французским, Менделеев первый сделал попытку доказать, что наши скипидар и канифоль ничуть не хуже привозных иностранных товаров. «Именно, нередко полагают, — писал Д. И. Менделеев, — что свойства нашей живицы и входящих в нее канифоли и скипидара настолько

тории химических промыслов и химической промышленности России».

² Т. XIX, стр. 739.

³ Т. VIII, стр. 470.

иные противу тех, которые принадлежат товарам, обращающимся в торговле и заводских предприятиях, что наши товары не могут служить для вытеснения привозных к нам иностранных. Уже 25 лет тому назад, занявшись этим предметом вместе с покойным профессором технологического института Рейхелем, я имел случай убедиться в противном, но ныне имею на это многие обстоятельнейшие доказательства, особенно же проф. Ф. Флавицкого в Казани»⁴. Интересно отметить, что сам Ф. М. Флавицкий в одном из своих писем вспоминает о Менделееве в следующих словах: «... что за голова у этого человека! В сущности, несколькими фразами он мне дал такой материал, что я стал вдвое опытнее. Менделеев очень хорошо отнесся к моей работе над смолами и одобрил мои планы»⁵.

В 1861 г. вышел первый учебник по органической химии в России, написанный Д. И. Менделеевым. Об этом труде сам автор писал: «Тут много вложено самостоятельного, хотя существующее, конечно, компилятивно»⁶. «Органическую химию» Менделеев написал в 1861 г., еще до того, как А. М. Бутлеров высказал основные положения теории химического строения органических соединений. В своем учебнике, написанном с позиций господствовавшей в то время теории типов и его собственной «теории пределов»⁷, Менделеев превосходно систематизирует излагаемый материал. Переходя к описанию эфирных масел и растительных смол, он приводит много фактов, делает ряд замечательных обобщений и прогнозов. О составе эфирных масел Менделеев пишет следующее: «Большинство эфирных масел состоит из смеси жидких веществ, которые называют элаоптенами и твердых веществ, называемых стеароптенами. Весьма часто элаоптены суть углеродистые водороды, особенно изомерные терпентинному маслу $C^{10}H^{16}$. Стеароптенами эфирных масел часто служат кислородные вещества, сходные по составу и свойствам с камфорой... Например, летучее масло перечной мяты содержит стеароптен состава $C^{10}H^{20}O_2$ »⁸. Далее Менделеев замечает: «Из летучих масел извлечены, между прочим: из рутового..., мятного $C^{10}H^{20}O$, из каянтового масла, из масла *Osmitopsis* и т. п. $C^{10}H^{18}O$ — из лавров и из полыни $C^{10}H^{16}O$, из тимьяна...

⁴ Т. XIX, стр. 739.

⁵ «Успехи химии», т. 17, вып. 2, 1948, стр. 268.

⁶ Т. VIII, стр. 36.

⁷ Суть этой теории состояла в признании существования эмпирически установленного предела для той или иной группы химических соединений; например, для углеводородов таким пределом служила эмпирическая формула состава C^nH^{2n+2} , характерная для парафинов.

⁸ Т. VIII, стр. 237.

и тимьяна $C^{10}H^{14}O$; из семян аниса и т. п. ... и из римского тимьяна $C^{10}H^{12}O$ и сассафрас $C^{10}H^{10}O$. Это суть вещества, во многом сходные между собою и отличающиеся только количеством водорода. Таким образом эти вещества, по-видимому, суть соединения, постепенно удаляющиеся от предела... Если это справедливо, то при действии водорода в момент его выделения, они должны поглощать его и приближаться к пределу. Опыты подобного рода производятся мною в настоящее время»⁹.

Очевидно, что Менделеев занимался восстановлением вышеупомянутых терпенов атомарным водородом, чтобы получить гидрированные продукты и тем самым доказать их принадлежность к одному и тому же предельному ряду. Это исследование Д. И. Менделеева вытекало из его «теории пределов».

Переходя к обзору химических превращений эфирных масел, Менделеев отмечает, что наиболее характерными реакциями для них, в частности для углеводородов терпентинного масла, который он считает представителем ряда (C^nH^{2n-4}), являются реакции взаимодействия с соляной кислотой и водой. «Из реакций терпентинного масла и его гомологов особенно замечательны две реакции соединения: с хлористым водородом и водой. Обе эти реакции дают право отнести терпентинное масло к тому роду углеродистых водородов, представителем которого есть этилен»¹⁰.

Это утверждение Менделеева безусловно верно, ибо большую часть терпентинного масла, как это было доказано позже, составляет α -пинен-бидиклический углеводород с одной двойной связью. К группе этиленовых Д. И. Менделеев относил все углеводороды, способные присоединять к частице одну молекулу хлористого водорода или воды.

Сопоставляя свойства гидратов терпентинного масла и его хлорпроизводных, Менделеев пишет следующее: «Гидрат $C^{10}H^{16}H_2O$ плавится при 150° , кипит при 245° , перегоняясь без всякого разложения. Плотность пара этого гидрата = 6,26, следовательно формула $C^{10}H^{16}H_2O$ соответствует 2 объемам пара. Обратная этот гидрат сухим хлористым водородом, Девиль получил кристаллическое соединение $C^{10}H^{16}2HCl$. Точно такое же соединение получается прямо из лимонного масла. Это соединение при нагревании с известью выделяет не терпентинное, а лимонное масло, следовательно можно первое превратить во второе»¹¹. Эти превращения были в дальнейшем блестяще осуществлены Ф. М. Флавицким. Как известно, Ф. М. Флавицкий к химии

⁹ Т. VIII, стр. 237—238, сноска.

¹⁰ Т. VIII, стр. 473.

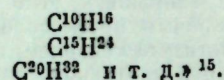
¹¹ Т. VIII, стр. 473—474.

терпенов перешел от изучения амиленов¹², причем уже в своих ранних работах писал об «амилене Менделеева», который получался сухой перегонкой амилата натрия и имел температуру кипения $+35^\circ$. Вполне естественно, что в круг научных интересов у Д. И. Менделеева вначале входили непредельные углеводороды C_6 , а затем генетически связанные с ними терпены и эфирные масла.

Переходя к классификации терпенов, «углеродистых водородов, находящихся в эфирных маслах», Менделеев относит их к ряду с общей формулой C_nH_{2n-4} . Он пишет: «Представителем этого ряда должно считать терпентинное масло, состава $C^{10}H^{16}$... Углеродистые водороды, состава $C^{10}H^{16}$ находятся в большом количестве в природе. Различные эфирные масла имеют этот состав, равно как и скипидары, и терпентинные масла»¹³. Д. И. Менделеев дает почти современное определение ряда терпеновых углеводородов, а его формула для этого ряда C_nH_{2n-4} является сейчас общепринятой.

Д. И. Менделеев считает, что в основе всех терпеновых углеводородов лежат простейшие углеводороды состава C^3H^8 . «В состав многих летучих масел, производимых растениями, — пишет он, — входят углеродистые водороды, имеющие эм-

пирический состав C^5H^8 ¹⁴. Этот углеводород лежит и в основе терпентинного масла. Менделеев об этом писал: «Терпентинному маслу соответствует много полимеров. Самый простой есть C^5H^8 , за ним:



Очевидно, этот ряд можно продолжать далее до $(C_5H_8)_n$, а это есть общая формула политерпенов, в том числе и натурального каучука. Правда, Менделеев не указывает точно, какой из углеводородов C_5 лежит в основе ряда терпентинного масла, однако он пишет: «Замечательно то, что гуттаперча при сухой перегонке дает изопрен C^5H^8 ¹⁶. А гуттаперча и каучук, по утверждению Д. И. Менделеева, относятся «по составу к ряду терпентинного масла»¹⁷. Поэтому Д. И. Менделеев, вполне логично заключает: «Очень может быть, что каучук есть весьма высокий полимер терпентинного масла»¹⁸.

Таким образом, Д. И. Менделеев зорливо подошел к выводам, которые лежат в основе современного представления о генетической связи и молекулярных отношениях изопрена, терпенов, эфирных масел, каучука и гуттаперчи.

В. В. Вороненков
(Ярославль)

¹² Т. VIII, стр. 470.

¹³ Том XXV, стр. 380.

¹⁴ Там же.

¹⁵ Там же.

¹⁶ Там же.

¹⁷ Там же.

¹⁸ Там же.

К ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ЧЕХОСЛОВАКИИ

Чехословакия — преимущественно горная страна. По характеру рельефа ее территорию можно разделить на две части: западную, где расположено Чешско-Моравское плато, и восточную, включающую Карпатские горы. Различный характер рельефа связан с различными геологическим и тектоническим строением этой области. Здесь ясно выделяется древний Чешский массив, окруженный разломами, зона Карпат и переходная Моравско-Силезская зона. Эти районы имеют также различную сейсмическую активность: очаги землетрясений связаны с Чешским массивом и с кристаллическим ядром Карпат. Здесь расположены также сейсмически активные области, как окруженная разломами Жилинская котловина, область опускания г. Комарно и др.

Сведения о землетрясениях в Чехословакии, особенно относящиеся к раннему периоду, встречаются в различных исторических документах — летописях, проповедях, старых хрониках, календарях и т. п. Однако в зависимости от условий общественной жизни, количество и харак-

тер этих сведений были весьма различны. К середине XVI столетия относится много произведений чешских авторов, в которых описываются необыкновенные явления природы — наводнения, бури, град, засуха и т. п.

В конце XVI — начале XVII в. на территории Чехии наблюдался ряд землетрясений, в этот период появляется множество работ, посвященных землетрясениям. Духовенство использовало необычные явления природы для усиления влияния на народ и поэтому объяснение их носило религиозно-мистический характер. Однако в то же время в чешскую науку проникли произведения античной литературы, и причины землетрясений часто рассматривались чешскими учеными в духе античной философии¹.

¹ Сведения о работах чешских ученых периода до 1620 г., связанных с землетрясениями, имеются в статье E. Michal. Literatura o zemětřesení v Čechách do r. 1620. «Věstník České Akademie věd a umění», г. L, № 2, 1941.

Вопрос о землетрясениях и их причинах передко становился предметом ученых диспутов. Так, в 1595 г. в Карловом университете в Праге Андрей Митиско защищал диссертацию на тему о землетрясениях. Вопрос о землетрясениях обсуждался на диспутах учителей в 1608 г., на юридическом диспуте в 1609 г. и т. д. Причиной землетрясений чешские ученые считали действие сухого пара и ветра, заключенных в пустотах земли. Пар, не найдя выхода, сотрясает землю. Эти представления соответствуют воззрениям Аристотеля.

Многочисленные сведения о землетрясениях сообщались также в проповедях. В этих проповедях землетрясения рассматривались как божья кара за совершенные людьми грехи. Однако в них сообщались и такие данные, по которым нередко можно установить силу, место возникновения землетрясений и т. п. Сведения о землетрясении в Кутной горе в 1580 г. сообщил в своей проповеди Павел Кирмезер; землетрясение 1588 г. описал священник Сикст Кандид.

Особенно сильное землетрясение произошло в Чехии в сентябре 1590 г. Оно подробно описано священником Матеем Ягодкой из Херудима. Ягодка отмечает, что землетрясение ощущалось в городах Праге, Градце, Таборе, Чаславе, Кутных горах, Нимбурге и т. д. В Брно качались башни и колокола. Землетрясение ощущалось также в Австрии, особенно в Вене. Это землетрясение было описано не только в духовной, но и в научной литературе. Профессор физики в гимназии в Бреславле Мартин Вейдрихус выступил в 1591 г. с речью, в которой сообщил собственные наблюдения землетрясения в Бреславле и отметил, что здесь оно ощущалось слабее, чем в Вене.

В последующие годы проповеди о землетрясениях связаны с землетрясениями в Чехии в 1595, 1603, 1615 и 1620 гг. и имеют одиозный характер: в них описываются землетрясения и их последствия, приводятся взгляды античных философов, указывается, что землетрясения происходят по воле бога, и единственным спасением от божьего гнева являются молитвы и благочестие.

После 1620 г. надолго приостановилось развитие науки в Чехии и Словакии. Это было связано с политическими событиями и борьбой чешского народа против господства Габсбургов.

Установление безраздельного господства Габсбургов и тридцатилетняя война (1618—1648) привели к полному разорению и обнищанию чешского народа. Чешская национальная культура, имевшая уже многовековую историю, искоренялась и истреблялась. На кострах сжигались чешские книги. Так погибли многие чешские произведения, касавшиеся описания землетрясений; сохранившиеся работы по-

добного рода являются уникальной библиографической редкостью.

Некоторое оживление в развитии чешской национальной науки стало наблюдаться в середине XVIII в. В 1751 г. в Праге астрономом И. Стоплином была основана астрономическая обсерватория, в задачу которой входили, кроме астрономических, также метеорологические и сейсмические наблюдения. В этот же период на территории Чехии произошли довольно сильные землетрясения, которые обратили на себя внимание чешских ученых. Сильное землетрясение случилось в г. Комарно в 1763 г. Его описанию посвящено произведение анонимного автора,носящее название «Скорбная песня о грозном землетрясении в Венгерском королевстве в городах Комарно, Раабе и др.»².

В «Песне» описываются тяжелые последствия землетрясения, указывается, что оно продолжалось семь дней и земля сотрясалась 90 раз.

В 1783 г. произошло еще одно сильное землетрясение в г. Комарно, которое, по видимому, послужило поводом к появлению в 1786 г. в периодическом издании Богемского общества науки работы пражского академика Иоахима Штенберга «Опыт истории венгерских землетрясений»³. Автор приводит каталог землетрясений Венгрии и описывает также землетрясение в Комарно в 1783 г.

В XIX в. почти отсутствуют работы чешских ученых, посвященные землетрясениям. Это можно объяснить, с одной стороны, невысокой сейсмической активностью в этот период, с другой стороны — условиями политической жизни страны. Положение национальной науки в Чехии и Словакии все еще было тяжелым. Лишь с 1882 г. Пражский университет снова стал чешским, и только с 1897 г. чешский язык стал равноправным литературным языком.

В начале XX в. в развитии сейсмологии во всем мире наблюдается перелом, характеризующийся тем, что одни лишь непосредственные наблюдения землетрясений уже не удовлетворяли ученых, и сейсмологи признали необходимым производить точные инструментальные наблюдения. Такие наблюдения помогали разрешать вопросы о внутреннем строении Земли, скорости прохождения сейсмических волн в ее толще и т. п. Это общее направление в мировой сейсмологии нашло свое выражение в работах чешского ученого, профессора Карлова университета в Праге Вацлава Ласки (1862—1943).

² E. Michal. Nové správy o zemětřesení v Komárně 1763. «Věda prirodni», 1940, с. 5, г. XX.

³ J. Sternberg. Versuch einer Geschichte der Ungarischen Erdbeben. Abhandlungen der Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Prag und Dresden, 1786

Работы В. Ласки касаются как вопросов внутреннего строения Земли, так и анализа записей сейсмологических станций, определения эпицентра и скорости прохождения сейсмических волн и т. д. Большой заслугой В. Ласки является организация сейсмической службы в Лемберге (Львов) ⁴.

Для познания внутреннего строения Земли В. Ласка совершенно правильно считал необходимым изучение плотности Земли, ее формы и движения. Он писал, что в этом вопросе сейсмология должна играть такую же роль, как спектроскопия в астрофизике ⁵.

Ласка высказывал гипотезу о твердом ядре Земли и происхождении нашей планеты из скопления метеоритов под влиянием молекулярных сил. На основании изучения происхождения сейсмических волн в толще земной коры В. Ласка установил, что скорость распространения этих волн с увеличением глубины сначала быстро возрастает, а затем медленно убывает. Отсюда Ласка сделал весьма важный вывод о том, что Земля не может состоять только из двух частей — оболочки и ядра, как предполагали другие современные ему исследователи (Э. Вихерт, Д. Мильн и др.). Ласка совершенно правильно считал, что внутреннее строение Земли, несомненно, гораздо сложнее ⁶.

В октябре 1918 г. после окончания первой мировой войны была основана Чехословацкая республика. Научные исследования стали проводиться в рамках единого, независимого государства.

Уже в 1920 г. по инициативе В. Ласки в Праге был организован Геофизический институт, задачей которого были магнитометрические и сейсмические исследования. В 1924 г. в Праге была организована сейсмическая станция.

Одной из первых задач чехословацких сейсмологов было составление каталогов землетрясений на территории Чехословакии. Такие каталоги были составлены Ф. Колачеком в 1921 г. (с 1000 по 1911 гг.) ⁷.

⁴ W. Laska. Die Erdbeben Polens. «Mitteilung der Erdbeben-Kommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaft in Wien». N. F., № VIII, 1902; № XXVIII, 1905.

⁵ W. Laska. Über die Verwendung der Erdbebenbeobachtungen zur Erforschung des Erdinneren. Acad. d. Wiss. in Wien. «Mitt. der Erdbeben-Kommission». N. F., № 23, Wien, 1903.

⁶ A. Zatopek. Geschichte der Erdbebenwarte Prag. «Prager seismische Veröffentlichungen. Veröffentl. I, Geophys. Inst. Prag», 1945, H. 1.

⁷ F. Koláček. Seznam otřesů pozorovaných na půdě Republiky Československé. «Spisy vydovane přírodovědeckov fakulty Masarykovy University», № 6, Brno, 1921.

Э. Михалем — в 1928 г. (с 768 по 1896 гг.) ⁸.

Работы чехословацких сейсмологов касались как вопросов изучения отдельных землетрясений в связи с тектоническим строением района, так и теоретических вопросов сейсмологии.

К первой группе относится работа Ф. Колачека, посвященная изучению карпатских землетрясений на территории Чехословацкой республики и связи их с тектоническим строением территории ⁹. Связь землетрясений с имеющимися здесь дислокациями, по мнению автора, намечается очень отчетливо. Сюда же относится работа А. Затопека ¹⁰ о землетрясениях 1935 г. в северной части Моравии. Очень важная работа А. Затопека была посвящена анализу сейсмичности южной части Словакии ¹¹.

Из теоретических работ чехословацких сейсмологов следует отметить работу В. Ласки «Введение в геофизику» ¹². Автор остановился на вопросах происхождения Земли и ее внутреннего строения. Внутреннюю теплоту Земли В. Ласка считает следствием радиоактивного распада. Возникновение тектонических землетрясений этот ученый связывал с аномалиями силы тяжести, которые проявляются главным образом в геосинклинальных областях.

Новая эра в развитии научной и культурной жизни страны началась после образования Чехословацкой Народной Республики. Интересные исследования были выполнены в послевоенный период в Чехословакии также и в области сейсмологии.

Сейсмолог В. Карник подробно описал землетрясение в Новоградских горах 20 февраля 1951 г. ¹³ Автор сравнивает карту изосейс землетрясения и геологическую карту района и вычисляет положение эпицентра по записям 23 европейских

⁸ E. Michal. Seznam zemětřesení v Českém masívu do r. 1896. «Bull. seism.», Praha, 1928, № 1, An. II.

⁹ F. Koláček. Karpatské zemětřesení na půdě Republiky Československé. «Spisy vydovane přírodovědeckov fakulty Masarykovy University». Brno, 1921.

¹⁰ A. Zatopek. Zemětřesení v severní části Země Moravskoslovenské 24. října 1935. Rocenka Statního ústavu geofyzikálního v Praze, III, 1937.

¹¹ A. Zatopek. Les tremblements de terre en Slovaquie et ancienne Russie Subcarpatique 1923—1938. Extrait des publications du bureau central seismologique international. Série A. Travaux scientifiques. Fasc. 17. Mémoires présentés à l'Assemblée d'Oslo, 1948.

¹² W. Laska. Uvod do geofyziky. Praha, 1927.

¹³ V. Kármik. Zemětřesení v Novohradských Horách. Nógrad. 20. II. 1951. Práce Geofyzikálního ústavu Československé akademie věd. Geofyzikální sborník, № 2, Praha, 1953.

станций. Глубина очага определяется им в 7 км.

В настоящее время на территории Чехословакии функционируют четыре сейсмических станции: Прага (центральная станция), Шиб, Гурбаново и Скалнате Плезо. Результаты наблюдений публикуются в бюллетенях, которые посылаются в 90 зарубежных станций ¹⁴.

¹⁴ J. Vaněk. Les études seismologiques en Tchécoslovaquie de 1951 à 1953. Compte de l'Assoc. de seism. et de phys. de l'intérieur de la terre de U. G. G. J. Asssemblée de Rome 1954. Praha, 1954.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ В ГАЛЬШТАТСКОЕ ВРЕМЯ

(VIII—IV вв. до н. э.)

Основным источником наших сведений о технологии металлических изделий глубокой древности являются металлографические исследования этих предметов. Подобные методы исследований археологических находок применялись уже сравнительно давно, однако эти работы долгое время касались лишь незначительного количества предметов и к тому же не исчерпывали всех возможностей современного металловедения.

Б. А. Колчин ¹ впервые провел массовые исследования археологических предметов из железа и стали, которые позволили представить технологию железа на территории древней Руси. Подобные исследования были произведены Секцией истории техники и технических наук Комитета истории науки Польской Академии наук. В настоящей статье на основе этих работ мы даем предварительное описание технологии железных изделий на территории Польши в гальштатский период.

Количество древнейших железных изделий, подвергнутых до сего времени металлографическим исследованиям, весьма незначительно. Вследствие этого технология производства древних мастеров по изготовлению из железа орудий труда, оружия и утвари нам известна весьма мало. Самые древние орудия, происходящие из Египта, были исследованы Г. Карпентером и Дж. Робертсоном ², которые установили, что уже около 1200 г. до н. э. применялось

¹ Б. А. Колчин. Черная металлургия и металлообработка в древней Руси. «Материалы и исследования по археологии СССР», т. 32. М., 1953.

² H. C. A. Carpenter and J. M. Robertson. The metallography of some ancient egyptian implements. «Journ. of the Iron and Steel Institute», 1930, t. 1, № 1, p. 417.

Чехословацкие сейсмологи продолжают заниматься изучением сейсмичности Карпат, теоретическими вопросами сейсмологии и изучением проблемы внутреннего строения Земли. В последнее время (1957) чехословацкими сейсмологами В. Карником, Э. Михалом и А. Молнаром составлен подробный каталог землетрясений Чехословакии за период с 460 по 1956 г. ¹⁵

И. В. Батюшкова

¹⁵ V. Kármik, E. Michal, A. Molnar. Erdbebenkatalog der Tschechoslowakei. Práce Geofyzikálního ústavu Československé akademie věd. Geofyzikální sborník, № 69. Praha, 1957.

науглероживание железа в изделиях, например ножах, а около 900 г. до н. э. — термическая обработка (закалка).

На территории Польши железо появляется уже в бронзовую эпоху, однако большей частью в виде инкрустаций бронзовых изделий; предметы, сделанные целиком из железа, встречаются очень редко. Более значительное количество железных предметов на территории Польши появляется в ранней фазе гальштата. К особенно богатым железом памятникам принадлежит могильник в Горшевицах (район Шамотулы); в меньшем количестве железные изделия найдены во Вроцлаве (Ксионже Вельке), Борку Стжелинском (район Стжелин), Тчиницы Малой (район Волув), а также в Вжеску (район Пыжице) ³. Позднее, в середине первого тысячелетия до н. э., начинается более широкое применение железа на землях Польши. К наиболее известным археологическим объектам этого периода, имеющим значительное количество железных изделий, принадлежат раскопки в Бискупине (район Жлин), Быстжице (район Олава), Доброве (район Велюнь), Гопляне (район Александрув), Скряйней (район Калиш), Цоново (район Яроцин) и др.

Исходя из наличия значительного количества железных изделий, появляющихся в поздней фазе гальштата на территории Польши, возникновения местных форм железных изделий, Ю. Костжевский высказал предположение, что в этом периоде начали выплавлять железо и изготавливать из этого металла различные изделия ⁴. Однако до сих пор не найдено

³ J. Kozłowski. Ze studiów nad wczesnym okresem żelaznym w Polsce. «Slavia Antiqua», 1953, t. 4, str. 22.

⁴ J. Kozłowski. Wytwórczość metalurgiczna w Polsce od neolitu do wczes-

следов производства (печи, шлаки), относящихся к гальштатскому периоду, а потому некоторые археологи⁵ опровергают предположения Ю. Кострижеского и считают, что производство железа на территории Польши началось только в латенский период.

Железные изделия гальштатского периода на польских землях найдены главным образом в так называемых «кладах» в могильниках и древних городищах. Технология изготовления этих изделий до сего времени была неизвестна. Ниже представлена первая попытка изучения этой технологии, основанная на металлографических исследованиях железных предметов лужицкой культуры (гальштатский период). Предметы были исследованы после предварительной их консервации при помощи парафина.

Железо. Технология производства железа в Средней Европе в гальштатский период до сих пор еще достаточно не изучена. Несомненно, железо получалось сыродутным способом, заключающимся в восстановлении руды в небольших горнах. Для производства железа применялись низкофосфорные гематитовые и сидеритовые руды; кроме того, высокое содержание фосфора в некоторых исследованных издели-

ях было не превышало нескольких сотых процента; только фосфор был обнаружен в немного большем количестве. Твер-

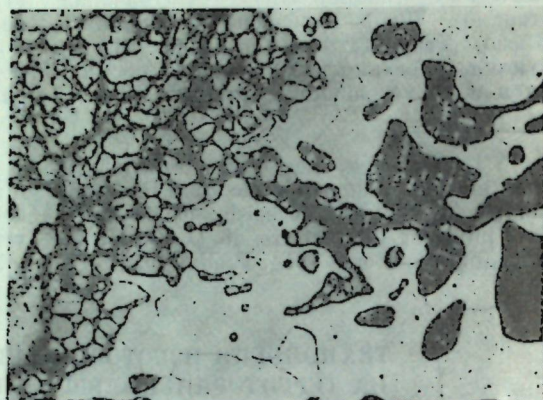


Рис. 2. Структура крицы сырого железа из Пжибыслава:

Феррит и многочисленные включения шлака. Образец, травленный 4%-ным раствором азотной кислоты в метиловом спирте (так называемый «азоталь»). Увелич. в 100 раз.

дость сыродутного железа, по Виккерсу, составляла 100—160 кг/мм²; значения твердости повышались с увеличением в металле содержания фосфора.

Крицы металла гальштатского периода найдены в Польше в четырех местностях: в Бискунине (район Жини), в Келпине (район Колобжег), в Пжибыславе (район Яроцин) и Свидвинку (район Новы Сонч)⁶. Исследования одной крицы железа из Пжибыслава (рис. 1) показали, что это — сыродутное железо, в некоторых частях особенно засоренное шлаками (рис. 2). Результаты химического анализа металла приведены в табл. 1. Спектрографический качественный анализ обнаружил присутствие, кроме вышеперечисленных примесей, еще Al, As, Ba, Bi, Cu, Mg, Ni, Pb, Sn, Ti, Zn. Сравнение химического состава металла крицы из Пжибыслава с железными крицами, происходящими из Западной Европы, позволяет предположить, что она является местным продуктом, выплавленным из болотной руды, часто встречающейся на территории Польши.

Топоры. Все топоры относятся к типу, наиболее часто встречающемуся в гальштатский период; обычно они заканчивались втулкой, в которой укреплялось коленовидное деревянное топориче⁷. Технологию изготовления некоторых топоров определить было весьма трудно, особенно если это касалось ответа на вопрос, были ли они изготовлены из одного куска металла

⁶ J. Kozłowski. Wytwarzalność metalurgiczna w Polsce, с. 208.

⁷ T. Różycka. Z zagadnień obróbki żelaza, с. 20.

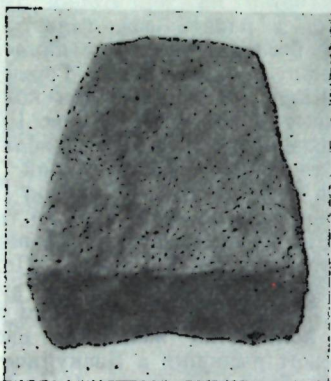


Рис. 1. Крица сырого железа из клада в Пжибыславе (район Яроцин).

ях указывает и на то, что в гальштатский период началась выплавка железа и из высокофосфорных болотных руд. Полученный металл представлял собой мягкое железо, содержащее небольшое количество включений шлака. Содержание примесей в железе (кремния, марганца, серы) было незна-

ного okresu żelaznego. «Przegląd Archeologiczny». 1951—1952, т. 9, № 2—3, с. 177.

⁸ T. Różycka. Z zagadnień obróbki żelaza na Śląsku w okresie halsztackim. «Kwartalnik Opolski», 1953, № 3—4, с. 20.

или же лезвие и втулка отковывались отдельно и затем сваривались в одно целое. Три исследованных топора были изготовлены из железа с незначительным содержанием фосфора (табл. 2). С большим содержанием этой примеси оказался топор

ваемая частичная закалка). Только топор № 1 из Гопляна и топор из Лущкова при закалке были вероятно целиком погружены в охлаждающую жидкость.

Структура науглероженных лезвий исследованных топоров была разнородной

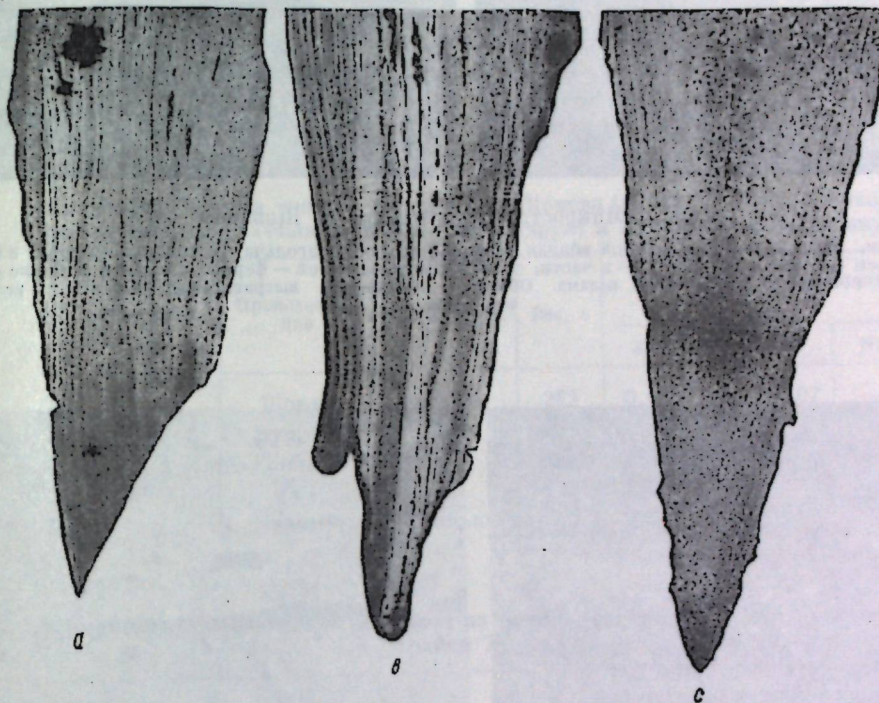


Рис. 3. Макроструктура топоров по сечению лезвия:

a — топор из Щонова (район Яроцин), b — топор № 1 из Гопляна (район Александров), c — топор № 2 из Гопляна. Части, более науглероженные, подверглись сильнейшему вытравлению (затемнены). Увелич. примерно в 7 раз.

из Лущкова (район Косцын), а особенно большое содержание фосфора оказалось в топоре № 1 из Гопляна (район Александров).

Все топоры имели закаленные лезвия, что достигалось термической обработкой и науглероживанием железа (рис. 3). Что касается втулки, то она, как и должно быть, науглерожена не была; только топор из Щонова (район Яроцин) имел втулку, в которой содержание углерода в некоторых местах у поверхности доходило до 0,65%. Науглероживание происходило, вероятно, во время плавки железа в сыродутной печи. Кузнец использовал более науглероженные части крицы, изготавливая из них острия орудий. В исследованных топорах лезвия более науглерожены вблизи режущей кромки; только в топоре № 2 из Гопляна замечено увеличенное содержание углерода также и внутри изделия (рис. 3, c).

Термическая обработка заключалась в погружении в (охлаждающую жидкость только режущей кромки топора (так называемая

в зависимости от степени науглероживания, химического состава металла и термической обработки. Возможно также, что в последующее время у топоров в силу каких-то причин произошли некоторые структурные изменения. На рис. 4—6 представлена структура топоров из Щонова, Лущкова и Гопляна.

Структура в науглероженных частях (обычно сорбит и только изредка тростит) указывает на то, что при термической обработке не производили закалки в быстро охлаждающих жидкостях, например, в холодной воде. Быстрота охлаждения лезвий топоров была умеренная; весьма вероятно, что лезвия топоров при закаливании погружали в густой раствор глины или вбавляли их во влажную землю, как это до сих пор делают деревенские кузнецы в Польше. Благодаря этому получали лезвия не такие твердые, как при закалке в холодной воде, но зато менее ломкие и более прочные (твердость по Виккерсу вблизи режущей кромки топоров не превышала 300 кг/мм²). Термическая обработка

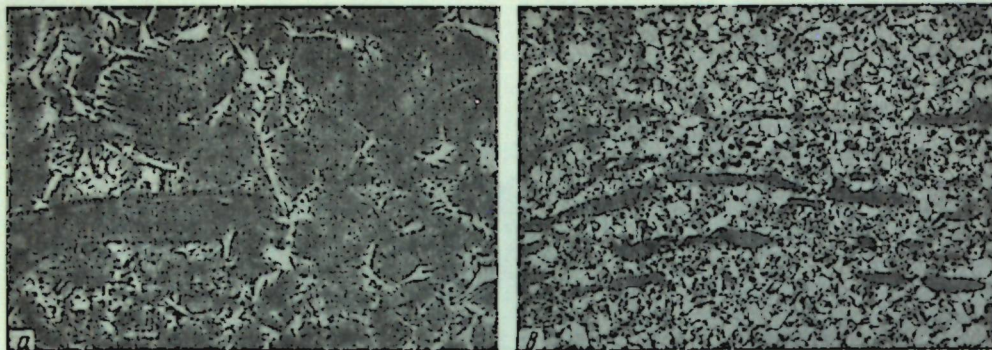


Рис. 4. Микроструктура топора из Щонова:

а — в части, сильно науглероженной вблизи режущей кромки — игольчатый тростит и феррит в границах зерен (увелич. в 500 раз); б — в части, слабо науглероженной — феррит и сорбит, а также значительное количество включений шлака. Образец поддавался вытравлению азотом. Увелич. в 100 раз.

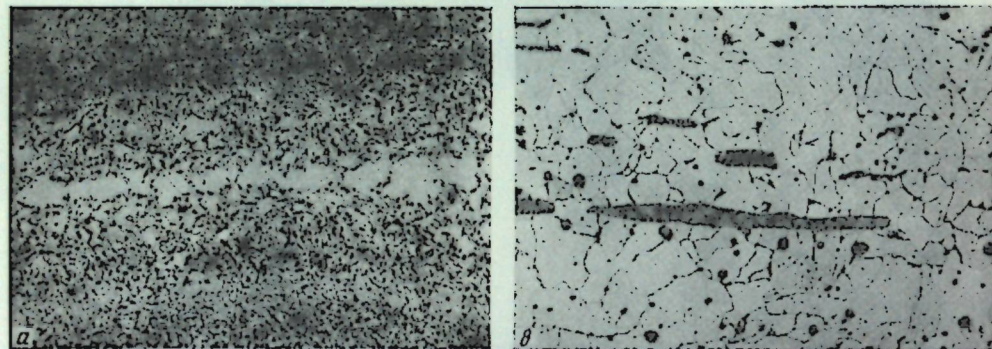


Рис. 5. Структура топора (секиры) из Лушкова:

а — в части, науглероженной вблизи лезвия — игольчатый тростит или бейнит и феррит; б — в части, ненауглероженной — феррит, а также включения шлака. Образец, травленный азотом. Увелич. в 100 раз.

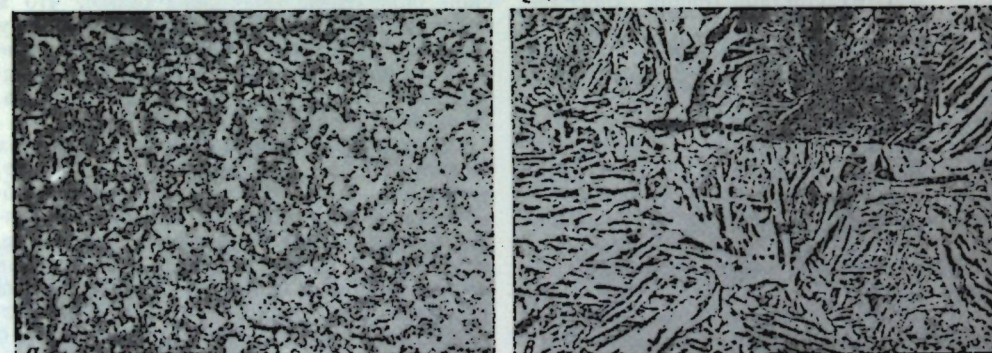


Рис. 6. Структура топора (секиры) № 1 из Гопляна:

а — в части, науглероженной вблизи лезвия — сорбит и феррит; б — в части, науглероженной в середине лезвия — лерлит и феррит. Образец травлен азотом. Увелич. в 100 раз.

Таблица 1

Химический состав сырого железа из Пжибыслава (район Яроцин)

Предмет	Происхождение	Род находки	Вес, г	Химический состав металла, %			
				Si	Mn	P	Ni
Крица сырого железа	Пжибыслав	Клад	1100	0,00	0,00	0,26	0,00

Таблица 2

Химический состав топоров (секирок) из Щонова (район Яроцин), Лушкова (район Косцыли), Гопляна (район Александрув) и Квачалы (район Хшанув)

Предмет	Происхождение	Род находки	Вес, г	Химический состав металла, %			
				Si	Mn	P	Ni
Топор	Щонув	Клад	283	0,05	Следы	0,07	—
Топор	Лушково	»	136	0,00	0,00	0,31	—
Топор № 1 . . .	Гопляно	»	150	0,08	0,00	0,43	0,00
Топор № 2 . . .	»	»	139	0,00	0,00	0,06	0,00
Топор	Квачала	Могильник	345	0,06	0,00	0,04	0,01

Таблица 3

Химический состав ножей и серпов из Слупцы (район Конин) и Бискупин (район Жинь)

Предмет	Происхождение	Род находки	Вес, г	Химический состав металла, %			
				Si	Mn	P	Ni
Нож	Слупца	Городище	4,5	0,00	Следы	0,09	—
»	Бискупин	»	8	0,00	0,00	0,10	0,00
Серп № 1	Слупца	Поселок	14	0,12	0,00	0,10	—
» № 2	»	Городище	7	0,32	0,00	0,12	—
» № 1	Бискупин	»	11	0,00	0,00	0,22	0,00
» № 2	»	»	5,5	0,00	0,00	0,35	—
» № 3	»	»	17	0,00	0,00	0,21	—
» № 4	»	»	18	0,00	0,00	0,05	—

такого рода наиболее целесообразна и ее применению указывает на высокий уровень техники в гальштатский период.

Ножи и серпы. Было исследовано два «служивших» ножа: из городища Слупцы (район Конин) и Бискупина (район Жинь); это были обломки, сильно поврежденные ржавчиной. В рукоятке ножа из Слупцы сохранилось отверстие. Это указывает на то, что к нему была прикреплена накладка из дерева или рога.

Нож из Слупцы был откован из железа

с весьма небольшим содержанием фосфора (табл. 3); вблизи лезвия было замечено большое науглероживание металла. На самом лезвии имелось незначительное обезуглероживание, которое произошло, вероятно, во время нагрева ножа при термической обработке. Как видно, мастер, который выделывал нож, не сумел предохранить металл от обезуглероживания и не ориентировался в отрицательном влиянии этого явления. Вероятно, нож был закален в воде, на что указывает структура науглероженной части; микротвердость зерен тростита,

измеренная микротвердомером Ганеманна, была равна 460 кг/мм².

Технология изготовления ножа из Бискупина более примитивна, он сделан из железа с незначительным содержанием фосфора. На одной поверхности ножа обнаружена мелкозернистая структура (рис. 7), которая возникла, очевидно, от специальнойковки в холодном состоянии, при-



Рис. 7. Структура ножа из городища в Бискупине: феррит с мелким зерном (вверху) и зерно средней величины (внизу)

Образец травлен азоталем. Увелич. в 100 раз.

менявшейся для того, чтобы сделать металл более твердым. Об использовании в раннем средневековье этого способа пишет Б. А. Колчин⁸. В результате наклепа твердость повысилась незначительно: в мелкозернистом слое твердость равнялась 160 кг/мм², а в слое с более крупным зерном 156 кг/мм².

Большинство исследованных серпов гальштатского периода изготовлено из сыродутного железа без применения каких-либо дополнительных операций, имеющих целью сделать металл более твердым. Подобную технологию обнаруживает серп № 1 из поселка Слупцы (район Конин), а также три серпа из городища в Бискупине (№ 1, 2 и 3). Серп № 1 из Слупцы сделан из железа с незначительным содержанием фосфора. Металл, из которого были изготовлены серпы № 1, 2 и 3 из Бискупина, был еще худшего качества и содержал больший процент фосфора (более 0,2%). Твердость железных серпов равна 150—187 кг/мм². В структуре серпа № 3 незначительное науглероживание (содержание около 0,2% С), которое образовалось при изготовлении металла в сыродутной печи. Этот металл следует считать очень мягкой сталью.

⁸ Б. А. Колчин. Черная металлургия и металлообработка в древней Руси..., стр. 145.

Серп № 2 из Слупцы откован из железа с малым содержанием фосфора и науглерожен только с одной стороны. Металл серпа сделался более твердым (твердость по Виккерсу 206 кг/мм²) и более стойким на



Рис. 8. Макроструктура серпа № 4 из городища в Бискупине. Части из мягкой стали подвергались сильнейшему вытравлению (затемнены).

Образец травлен азоталем. Увелич. около 7 раз

истирание. Содержание углерода на науглероженной поверхности доходило до 0,7%. Термическая обработка при производстве этого серпа не применялась.

Особенно интересной представляется технология производства серпа № 4 из Бискупина; он был сварен из нескольких полос железа и очень мягкой стали, содержащей около 0,2% С (рис. 8 и 9). Твердость этого серпа вблизи лезвия в слое мягкой стали равна 191 кг/мм². При изготовлении этого серпа термическая обработка не применялась; впрочем, ввиду незначительного содержания углерода в стали, закалка не имела бы практического значения. Этот серп, датированный 550—400 гг. до н. э., является до сего времени, видимо, наиболее древним исследованным изделием, при выделке которого была применена сварка.

Браслеты. Железные браслеты являются изделиями, часто встречающимися на территории Польши в гальштатский период.

Таблица 4

Химический состав браслетов из Щонова (район Яроцин), Машкова (район Олькуин), Слупцы (район Конин) и Бискупина (район Жинь)

Предмет	Происхождение	Род находки	Вес, г	Химический состав металла, %			
				Si	Mn	P	Ni
Браслет № 1.	Щонов	Клад	98	0,13	0,00	0,07	—
Браслет № 2.	»	»	156	0,00	0,00	0,06	0,00
Браслет № 1.	Машков	»	548	0,24	0,00	0,07	0,01
Браслет № 2.	»	»	273	0,01	0,00	0,08	—
Браслет . . .	Слупца	Городище	198	0,00	0,00	0,06	0,00
Браслет . . .	Бискупин	»	32	0,00	0,00	0,05	0,00

Исследованные браслеты были откованы из металла с малым содержанием фосфора (табл. 4). Структура металла характеризуется большой неравномерностью по содержанию углерода. Содержание углерода в некоторых местах достигает 0,8% и даже 1,0% (браслет из Слупцы).

Другие железные изделия. Кроме браслетов, топоров, ножей и серпов, была исследована технология некоторых других железных изделий, найденных на территории Польши и относящихся к гальштатскому периоду (табл. 5).

Наиболее интересно копьё из Лушкова (район Косцын). Шлиф показал трудную для определения технологию. Вероятно, копьё было отковано из неравномерно науглероженного железа, подобно описанным выше браслетам; в местах сильно науглероженных содержание углерода доходило до



Рис. 9. Структура серпа № 4 из городища в Бискупине. В месте сварки стальных частей вблизи лезвия — мелкозернистый перлит и феррит.

Образец травлен азоталем. Увелич. в 100 раз

Таблица 5

Химический состав железных изделий из Лушкова (район Косцын), Слупцы (район Конин) и Бискупина (район Жинь)

Предмет	Происхождение	Род находки	Вес, г	Химический состав металла, %			
				Si	Mn	P	Ni
Острие копья	Лушково	Клад	44	0,00	0,00	0,12	0,00
Ошейник (обломок) . . .	»	»	25	0,00	0,00	0,09	0,00
Кусок жести листовой . .	»	»	15	0,04	0,00	0,03	0,00
Прут (неизвестного предназначения)	Слупца	Городище	4	0,00	0,00	0,10	0,00
Шило	Бискупин	»	4,5	0,00	0,00	0,21	0,00
Шпилька	»	»	3,0	—	—	0,14	—

0,8%, в местах же слабо науглерожённых (на поверхности) составляло лишь несколько сотых процента (рис. 10). Твёрдость по Виккерсу колебалась от 168 кг/мм² в местах мало науглерожённых

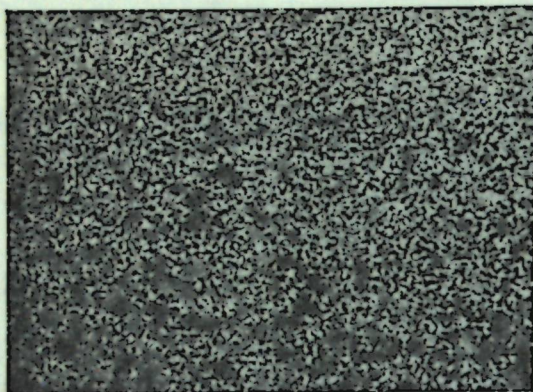


Рис. 10. Структура острия копы из клада в Лущкове. Мелкозернистый перлит и феррит. Образец травлен азоталем.

Увелич. в 100 раз

до 233 кг/мм² в местах науглерожённых сильнее.

Как показывают проведенные исследования, технология железных изделий лужицкой культуры гальштатского периода, найденных на территории Польши, достигла уже довольно высокого уровня. Кроме гематитных и сидеритных руд, использовались и болотные руды с повышенным содержанием фосфора.

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНА «ТЕХНИКА»

Тривиальным было бы утверждение о значении научного определения основных терминов, употребляемых в истории техники. Без точного определения такого, скажем, термина, как «техника», трудно говорить о предмете истории техники. Неправильное представление о понятии «машина» приводит к тому, что некоторые буржуазные ученые пытаются доказать извечность капиталистического способа производства. Мы уже не говорим о значении правильной терминологии при установлении приоритета на важнейшие изобретения, открытия и рационализаторские предложения.

Советские исследователи много сделали для уточнения и научного определения основных терминов истории техники. Однако в этом направлении предстоит еще очень большая работа, так как многое неясно, многое является спорным и недостаточно доказанным. Ниже мы попытаемся обобщить опыт разработки научного определе-

Для получения большей твердости изделия подвергались науглероживанию посредством нагревания металла в древесном угле или других веществах, обугливающихся при высоких температурах. Этот процесс не был еще достаточно распространен, так как из 13 исследованных предметов, которые следовало бы изготовить более твердыми, науглерожено только 7.

Среди науглерожённых изделий значительная часть (шесть экземпляров) была подвергнута термической обработке. Исследования показали, что разные виды термической обработки, такие как закалка и смягчающий отжиг, достигли высокого уровня.

Среди исследованных предметов можно выделить две группы. Первая — это предметы, изготовленные из металла высокого качества с незначительным содержанием фосфора (ниже 0,15%), с большим и регулярным науглероживанием. Орудия этой группы для достижения большей твердости были обычно подвергнуты термической обработке.

Вторая группа — это железные изделия из металла с большим содержанием фосфора (0,20—0,40%); этот металл очевидно добывался из болотных руд, часто встречающихся на территории Польши. Технология изготовления такого рода изделий весьма примитивна, так как они не подвергались термической обработке.

Е. Пясковский

(Польская Народная Республика)

ния термина «техника», правильность которого имеет большое теоретическое и практическое значение.

Мною собрано около 30 определений термина «техника», которые представляется возможным разбить на несколько групп и подгрупп (табл. 1). Одни исследователи под техникой понимают комплекс материальных вещей (совокупность средств труда или орудий труда), существующих вне нашего сознания, вне человека (группа I). Другие, кроме комплекса материальных вещей, в понятие «техника» включают навыки к труду (группа III). Третьи в понятие «техника» включают все, что человек ставит между собой и природой, сюда входит и техническое творчество (группа V). Некоторые считают, что техника — это только искусство производить что-либо (группа IV). Мы не говорим о промежуточных определениях, в которых делается попытка примирить разные точки зрения.

Следует указать, что выработка и при-

нятие правильного научно обоснованного термина «техника» позволит не только определить предмет истории техники как науки, но и ответить на ряд существенных теоретических вопросов. В настоящее время обсуждается вопрос: можно ли говорить о технике капитализма и технике социализма? Если, скажем, принять, что техника — это совокупность средств труда, развивающаяся в системе общественного производства, то вполне правомерно говорить о технике различных экономических формаций. Если же считать, что техника — отдельные орудия, машины, то говорить о технике социализма и о технике капитализма нельзя, так как отдельные машины успешно применяются как в капиталистическом обществе, так и в социалистическом.

Рассмотрим теперь существующие определения термина «техника». Наиболее правильными и научно обоснованными, с нашей точки зрения, являются определения, вошедшие в первую группу: техника — это комплекс материальных вещей. В свою очередь эта группа определений может быть разбита на две подгруппы: в одну из них входят определения, в которых берётся за основу совокупность средств труда (средства производства), а в другую — орудия труда (орудия производства).

Известно, что между совокупностью средств труда и совокупностью орудий труда нельзя поставить знак равенства. Если принять формулировки, содержащиеся во второй подгруппе нашей классификации, то в понятие «техника» придется не включать ряд машин, механизмов, приборов, которые не являются орудиями труда, но обеспечивают нормальное протекание процесса труда (например, всю систему электрического освещения, системы разработки месторождений полезных ископаемых и т. п.). Таким образом, определения второй подгруппы, хотя и правильны, но неполны. Поэтому можно считать определения, вошедшие в первую подгруппу, наиболее полными, так как они охватывают все существующие технические средства, применяемые человеком в своей деятельности.

Советские исследователи считают, что научно определить термин «техника» можно, лишь основываясь на марксистско-ленинской науке. Исходным моментом учения К. Маркса о технике следует считать его характеристику труда.

«Труд, — пишет К. Маркс, — есть прежде всего процесс, совершающийся между человеком и природой, процесс, в котором человек своей собственной деятельностью опосредствует, регулирует и контролирует обмен веществ между собой и природой¹. Отсюда видно, что общественный труд расчленяется на элементы, рассмотрение ко-

торых позволяет подойти к характеристике содержания техники.

Как известно, процесс труда состоит из трех простых моментов: сам труд, или целесообразная деятельность человека; предмет труда, или, иначе говоря, то, над чем человек трудится, и средства труда, т. е. то, чем человек воздействует на предмет труда. Содержание техники определяют именно средства труда.

Вопрос происхождения средств труда и прежде всего орудий труда вызвал особый интерес различных ученых в эпоху промышленного переворота (конец XVIII — начало XIX в.). Предлагались различные определения термина «средства труда» и создавались разнообразие «теории» их происхождения, которые, однако, не могли дать правильного решения этой сложной проблемы. Только К. Маркс и Ф. Энгельс, а затем и В. И. Ленин разработали подлинно научную теорию происхождения средств труда и правильно сформулировали основные определения в этой области.

К. Маркс указывает, что «средство труда есть вещь или комплекс вещей, которые рабочий помещает между собою и предметом труда и которые служат для него в качестве проводника его воздействий на этот предмет. Он пользуется механическими, физическими, химическими свойствами вещей для того, чтобы в соответствии со своей целью заставить их действовать в качестве орудия его власти²».

К средствам труда, кроме орудий производства, принадлежат: производственные здания, дороги, каналы и т. п. Нужно различать три группы средств труда: 1) механические средства труда (орудия труда); 2) оборудование (оснащение); 3) общие материальные условия, необходимые для того, чтобы процесс труда мог совершаться. При этом механические средства труда, совокупность которых К. Маркс назвал «костной и мускульной системой производства³», являются главными, определяющими, и составляют характерные, отличительные признаки техники определенных общественных формаций.

В составе средств труда основную роль играют орудия производства. К ним относятся многообразные орудия и машины, которые применяет человек в своей трудовой деятельности, начиная с грубых каменных орудий первобытного человека и кончая современными крупными машинами. Уровень развития орудий производства служит мерилом власти общества над природой, мерилом развития производства. Известно, что экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими орудиями производства.

Исходя из этого, А. А. Зворыкин оп-

¹ К. Маркс. Капитал, т. I. Госполитиздат, 1955, стр. 184.

² К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 186.

³ Там же, стр. 187.

ределит термин «техника» как совокупность средств труда в системе общественного производства (табл., пункт 1).

Однако И. Я. Конфедератов считает такое определение недостаточным. «Приведенная формулировка, — пишет он, — показывает только одну сторону техники, ее вещественную форму, в статике, в состоянии покоя, а поэтому не может ответить на важный для истории техники вопрос: как при помощи средств труда осуществляется процесс производства материальных благ»⁴.

Кроме того, И. Я. Конфедератов считает, что эта формулировка не отвечает еще на ряд таких вопросов, как: откуда возникла техника, как она выполняет свое назначение, как создавались средства труда? Однако нам кажется, что определение термина «техника» и не должно отвечать на эти поставленные И. Я. Конфедератовым вопросы. В известной формуле «Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны» мы не найдем ответа на такие вопросы: какими средствами осуществляется электрификация всей страны, откуда возникла Советская власть и т. п. Естественно, что вышеприведенная формулировка термина «коммунизм» и не должна давать ответы на такие вопросы.

Поэтому мы считаем, что формулировка определения термина «техника», данная А. А. Зворыкиным, вполне приемлема. Вместе с тем можно пользоваться и формулировкой, предложенной И. Я. Конфедератовым, так как она также является правильной: «Техника есть совокупность средств труда, создаваемых человеком на основе познания законов природы для того, чтобы, направляя энергию природы на ее вещество, осуществлять процесс производства материальных благ» (табл., пункт 2).

Детальное рассмотрение этих двух формулировок показывает, что они в своей основе идентичны. Во второй формулировке (И. Я. Конфедератова) раскрываются признаки техники, отвечающие на вопросы: откуда возникла техника, как она возникла, как она выполняет свое назначение?

Таким образом правомерно пользоваться этими формулировками определения термина «техника»: первой как основной, второй как уточняющей первую.

Теперь коротко остановимся на других определениях термина «техника». Во вторую группу мы включили те определения, в которых под техникой понимается совокупность технологий и орудий производства, применяемых в процессе производства. Такой формулировки придерживается, например, А. Ю. Голян-Никольский. Он считает, что «техника есть совокупность исторически развивающихся средств труда и методов производства, позволяющих че-

ловеку воздействовать на природу с целью получения материальных и культурных благ»⁵. Наиболее отчетливо эта мысль сформулирована В. Н. Белозерцовым (табл., пункт 7).

Эти авторы, как мы видим, утверждают, что в термин «техника» наряду с орудиями (средствами) труда надо включать и технологический процесс (метод производства). Мы считаем, что в формулировку определения термина «техника» вводить новый термин «технология» или «метод производства» нецелесообразно, так как в определение «средств труда» уже входит технологический процесс (см. определение средств труда, данное К. Марксом⁶).

Рассмотрим это несколько подробнее. Рабочий не может пользоваться средствами труда, т. е. вещью или комплексом вещей, и помещать их между собой и предметом труда без определенного технологического процесса, без определенной технологии. Даже первобытный человек, изготавливая каменный топор, должен был пользоваться какими-то технологическими приемами. Средства труда для производства того или иного продукта располагаются в определенном порядке, который позволяет осуществлять совокупность последовательных этапов. Кроме того, средства труда работают при известном режиме и обладают соответствующими параметрами. Иначе говоря, при использовании средств труда создается нужный технологический процесс. При этом следует заметить, что от технологического процесса во многом зависит уровень производительности труда. Например, один и тот же вид поршня для двигателя внутреннего сгорания можно изготовить на изолированных станках и на станках, установленных в поточно-технологической линии. Как в первом, так и во втором случае инструменты и даже станки могут быть одни и те же, но производительность труда будет в каждом случае различной. Поэтому, когда мы говорим о средствах труда, то имеем в виду орудия, машины, расположенные в определенном порядке, работающие на определенном режиме и имеющие определенные параметры, иначе говоря, находящиеся в технологическом процессе.

Ко второй группе определений близко примыкает следующая группа, в которую мы включили определения, понимающие под техникой как орудия труда, так и навыки человека к труду. Однако, как мы увидим дальше, навыки к труду не могут определять содержание термина «техника».

Иногда под словом «техника» понимается совокупность приемов или методов овладения каким-либо производством, процессом или инструментом (например, говорят «техника делопроизводства», «техника ин-

⁴ А. Ю. Голян-Никольский. История техники, конспект лекций. Киев, 1953, стр. 4.

⁵ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 187.

ры на рояле» и т. д.) (табл., группа IV, подгруппа а). В данном случае следует сослаться на многообразие русского языка, в котором часто одним словом определяются разные предметы или явления (ключ замочный, ключ как родник, ключ в музыке). Мы же не можем брать за основу такое определение, так как оно не будет отвечать нашим представлениям о технике как о материальном комплексе вещей.

Имеются формулировки, в которых под техникой понимаются навыки, опыт рабочего, производящего материальные блага (табл., группа IV, подгруппа б). Придерживается такого мнения и английский ученый Дж. Бернал, считающий, что «техника — это индивидуально приобретенный и общественно закрепленный способ изготовления чего-либо...»⁷. В этом определении под техникой понимаются не средства труда, а прежде всего опыт и навыки человека, так как под способом следует понимать тот или иной порядок, образ действия, метод исполнения какой-либо работы. Кроме того, Бернал подчеркивает, что этот способ индивидуально приобретенный, т. е. зависит от способности данного человека.

Следует отметить, что опыт и навыки проявляются через специализацию и квалификацию рабочих, через производительность труда, через овладение техникой и т. д., иначе говоря, они присущи человеку. Безусловно, опыт, навыки людей играют большую роль в освоении техники; люди, овладевшие опытом и навыками к труду, являются одной из основных частей производительных сил человеческого общества. Но опыт и навыки не могут определять содержание техники. Приняв определение Дж. Бернала и других исследователей, придерживающихся этой точки зрения, мы должны из понятия «техника» выбросить все машины, инструменты и другие средства труда, которыми человек воздействует на предмет труда.

Некоторые исследователи (табл., группа V) утверждают, что под техникой следу-

ет понимать все то, что человек ставит между собой и природой (сюда они относят орудия труда, опыт людей, навыки к труду, инженерное творчество и т. п.). Нам кажется, что эти исследователи непомерно расширили понятие «техника»; они включили в него наряду с комплексом материальных вещей также и элементы культуры и науки (инженерное и научное творчество). Такое обширное определение не может отвечать правильному представлению об этом явлении.

Наконец, следует сказать несколько слов и об определении, которое выдвигают буржуазные ученые типа К. Матчоса, Э. Бениша и др. Они под техникой понимают реализацию человеческого разума, человеческое творчество. Это значит, что они, исходя из идеалистического мировоззрения, вместо средств труда — материальной основы техники — видят духовную основу — творчество человека. Но ведь ясно, что техника — это результат творчества человека, а не само творчество.

Мы не останавливаемся на других формулировках, которые имеются в литературе. Отметим только, что формулировка С. А. Бессонова: «техника есть реальный способ сочетания рабочей силы, предмета труда и орудия в трудовом процессе»⁸ не может быть принята потому, что в ней под техникой понимаются производительные силы человеческого общества, в которое, как известно, входят и сами люди (табл., группа VI).

Таким образом, из всего многообразия определений термина «техника» наиболее правильными и научно обоснованными являются определения, данные А. А. Зворыкиным и И. Я. Конфедератовым. Однако это еще не означает, что в вопросе разработки определения термина «техника» все сделано. Предстоит и дальше продолжать обсуждение этого вопроса с тем, чтобы выяснить все точки зрения и найти наиболее приемлемую. Следует разоблачать идеалистические определения, противоречащие марксистско-ленинской теории.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНА «ТЕХНИКА»*

Группа I. Комплекс материальных вещей

Подгруппа а) средства труда

1. Техника есть совокупность средств труда в системе общественного производства. А. А. Зворыкин. О некоторых

⁷ Дж. Бернал. Наука в истории общества. М. Изд-во иностранной литературы. 1957, стр. 30.

* В настоящую таблицу вошли только опубликованные определения термина «техника».

вопросах истории техники. «Вопросы философии», 1954, № 6, стр. 30.

2. Техника есть совокупность средств труда, создаваемых человеком на основе познания законов природы для того, чтобы, направляя энергию природы на ее вещество, осуществлять процесс производства материальных благ. И. Я. Конфедератов.

⁸ С. А. Бессонов. Развитие машин. М., 1926, стр. 60.

ратов. Предмет и метод истории техники. «Материалы к семинарским занятиям по истории техники», вып. I, 1956, стр. 5.

3. Техника — совокупность средств, орудий производства, а также вообще приспособлений, содействующих более высокой производительности человеческого труда. Словарь русского языка. Составил С. И. Ожегов, М., 1953.

Подгруппа б) орудия труда

4. Совокупность орудий труда, которые применяет человек в процессе труда, в про-

цессе воздействия на природу, составляет технику общественного производства. К. В. Островитянов. О предмете политической экономии. «Коммунист», 1954, № 4, стр. 96.

5. Техника есть орудия производства в системе общественного производства. Иначе говоря, то, что Маркс называет «механическими средствами труда, совокупность которых можно назвать костной и мускульной системой производства, составляющей характерные отличительные признаки определенной эпохи общественного производства». А. А. Зворыкин. «Изв. АН СССР», ОТН, 1952, № 11.

Группа II. Орудия труда + технологии

6. Техника есть совокупность исторически развивающихся средств труда и методов производства, позволяющих человеку воздействовать на природу с целью получения материальных и культурных благ. А. Ю. Голыш-Никольский. История техники. Конспект лекций. Киев, 1953, стр. 4.

7. Техника есть совокупность технологических процессов и средств труда, посредством которых люди воздействуют на природу и преобразуют ее в системе исторически определенного общественного производства. В. Н. Белозерцов.

Группа III. Орудия труда + навыки

9. Техника — совокупность приемов и приспособлений для получения наибольших результатов при наименьшей затрате

человеческого труда. Толковый словарь русского языка, под ред. Д. Н. Ушакова, т. IV, М., 1940.

Группа IV. Навыки, искусство производить, строить

Подгруппа а) навыки и опыты

10. Техника — совокупность приемов, применяемых в каком-нибудь деле, мастерстве. Толковый словарь русского языка, под ред. Д. Н. Ушакова, т. IV, М., 1940.

11. Техника — совокупность приемов, направленных к достижению какой-либо цели, а в более узком смысле слова — совокупность приемов, направленных к борьбе с силами природы и к видоизменению материи. Большая Энциклопедия под ред. Ю. Я. Ковалю, т. 18, СПб., 1904, стр. 398.

12. Техника есть совокупность тех навыков и знаний, которые позволяют человеку использовать в желательном для него направлении огромные запасы всякого рода сырья и энергии, имеющиеся в природе. Энциклопедический словарь Граната, т. 41, 1900.

Подгруппа б) искусство производить, способ производства

13. Техника — процесс самого производства. Толковый словарь русского языка, под ред. Д. Н. Ушакова, т. IV, М., 1940.

14. Техника — это индивидуально приобретенный и общественно закрепленный способ изготовления чего-либо Дж. Бернал. Наука в истории общества. М., 1957, стр. 30.

15. Техника есть... искусство приложения научных и опытных знаний для проектирования и производства или благоустройства, а также применение различного рода машин и материалов на пользу людям. R. S. Kirby, S. W. Withington, A. B. Darling, F. G. Kilgour. Engineering in History, New York, 1956, р. 2.

16. Техникой называется то искусство, благодаря которому человек создает искусственную обстановку своей жизни, т. е. культуру. П. Энгельмейер. В защиту общих идей в технике. «Вестник инженеров», 1915, № 3, стр. 99.

Группа V. Все, что ставит человек между собой и природой

18. Техника, в широком смысле слова, есть всякое активное преобразование материи, служащее для удовлетворения какой-либо потребности или цели. K. Eisler. Wörterbuch der philosophischen Begriffe. B. 3, Berlin, 1930, S. 215.

17. Техника, в ее точном смысле, есть искусство проектирования, строительства или использования машин. The Encyclopedia Americana, vol. 10, 1944, p. 346.

19. Техника есть совокупность всех целесообразных поступков. Техника есть искусство целесообразного воздействия на природу, другими словами, это искусство сознательно вызывать явления, пользуясь законами природы. П. К. Энгельмейер. Философия техники, вып. I (1912), стр. 91.

Группа VI. Производительные силы

20. Техника и производительные силы — это два разных названия одной и той же вещи. Такими словами в теперешней науке обозначают сочетание всех трудовых отношений между человеческим обществом и окружающей его природой.

Ю. Милонов. Революция в технике. М., 1922, стр. 3.

21. Техника есть реальный способ сочетания рабочей силы, предмета труда и орудия в трудовом процессе. С. А. Бессонов. Развитие машин. М., 1926, стр. 60.

Группа VII. Реализация человеческого духа; разума

22. Техника это форма реализации человеческого духа. К. Матчос (1933 г.). Сб. «История техники», вып. I, 1934, стр. 151.

23. Понятие техники наиболее всеобщее можно сформулировать как совокупность отчасти всего технического творчества во всем его историческом развитии, отчасти результаты и последствия этого творчества в политической, экономической и культурной жизни. E. Beneš. O smyslu

a významu moderní techniky. «Průvodce světem techniky». Praha, 1937, s. 11.

24. Техника — форма реализации человеческого идеала. F. Dessauer. Über Wesen und Würde der Technik. «Forum Wien», 1954, Bd. 9, S. 10.

25. Техника — предметная сфера духовной культуры. Peter Heintz. Von den Ansätzen einer neuen Soziologie der Technik bei Thorstein Veblen. «Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft», Bd. 110, H. 3, Tübingen, 1954.

С. В. Шухардин

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ В РАБОТАХ К. МАРКСА

Одним из требований диалектического подхода к изучаемым вопросам является историзм, который обязывает «не забывать основной исторической связи, смотреть на каждый вопрос с точки зрения того, как известное явление в истории возникло, какие главные этапы в своем развитии это явление проходило, и с точки зрения этого его развития смотреть, чем данная вещь стала теперь»¹.

Применение исторического метода в исследованиях, связанных с проблемами техники, предполагает обращение к истории техники. К. Маркс дал образцы творческого использования исторического ме-

тода в такого рода исследованиях. В своих работах он широко и многократно приводил факты и выводы из истории техники с древнейших времен до середины XIX в.

Анализируя процесс возникновения капиталистического производства, К. Маркс обращался также и к его технологическим истокам, т. е. к тем элементам техники, развитие которых вело к машинному производству.

Предшествующая машинной фабрике мануфактура возникала прежде всего в результате объединения в одной мастерской ремесленников различных специальностей, через руки которых последовательно проходил продукт от материала до готового изделия. В качестве одного из примеров К. Маркс приводит способ

¹ В. И. Ленин. О государстве. Соч., т. 29, стр. 436.

изготовления карет². Принципиальным здесь являлось то, что техника общественного производства исторически подошла к такому уровню, когда изготовление тех или других предметов разделялось на частичные операции, каждая из которых становилась исключительной функцией рабочего специалиста³.

Поэтому такой же результат получался и в том случае образования мануфактур, когда в одной мастерской сосредоточивались многие ремесленники одной специальности, выполнявшие первоначально одну и ту же или однородную работу. В качестве примеров К. Маркс приводит мастерские по изготовлению бумаги, шрифтов и иглоков⁴.

Общественно-экономическим следствием возникновения такого производства являлась постепенная утрата ремесленником возможности заниматься старым ремеслом в его полном объеме, — превращение его в «частичного»⁵ рабочего.

Процесс этот несколько позже протекал также и в России. Анализ его дан В. И. Лениным в работе «Развитие капитализма в России». В. И. Ленин называет таких рабочих «детальными»⁶.

Наиболее характерный пример этой исторически возникшей специализации давала история изготовления часов. «Из индивидуального продукта юнорбергерского ремесленника, — пишет К. Маркс, — часы превратились в общественный продукт целой массы частных рабочих»⁷. Не стало ремесленников, изготавливающих часы, а появились рабочие, делающие только пружины, производящие только колеса, выполняющие только циферблаты и т. д. и т. п. — наконец, — специалисты только сборки готовых деталей часов⁸.

Превращение ремесленника в частично-го (или в детального) рабочего влекло за собой изменение орудий труда. Служившие ранее для различных целей инструменты приспособлялись теперь к определенным операциям, принимали специфические формы, дифференцировались, специализировались, упрощались.

Процесс этот проанализирован К. Марксом в разделе «Частичный рабочий и его орудие» и обосновывается на тщательном изучении им разновидностей инструментов и их изменений. Из текста явствует, что К. Маркс изучил назначение пятисот изготавливавшихся в Бирмингеме раз-

новидностей молотков, эволюцию форм ножей; изменения инструментов, применяемых часовщиками и т. п.⁹

В связи со становлением капиталистического способа производства большой интерес представлял для К. Маркса процесс перехода от мануфактуры к механизированной мастерской.

История техники давала и здесь ответы на многие вопросы. К. Маркс ссылается на различные машины и на технику самых разнообразных производственных процессов: литье шрифта, мукомольное дело, изготовление часов, бумаги, горно-металлургические процессы, текстильное производство и др.

Исследуя, например, процесс литья шрифта, К. Маркс показал, что уже мануфактурное разделение труда «создает прочные математические отношения между относительным количеством рабочих, занятых на различных, связанных между собой операциях, и что «в мануфактуре изготовление данного количества продукта в течение данного рабочего времени становится техническим законом самого процесса производства»¹⁰.

Этот закон, а также указанные прочные математические отношения сделали «сознательным принципом» мануфактуры спортивное употребление машин, особенно в процессах, требующих большой затраты силы. В качестве примеров К. Маркс приводит мельницы для перемалывания тряпок в бумажной мануфактуре и толчен для дробления руды¹¹.

Рассматривая применение машин, К. Маркс выясняет их происхождение, их особенности как орудий труда и уточняет место машин в мануфактурном производстве.

В XIX в. считалось, что «машина в ее самой элементарной форме заимствована была еще Римской империей в виде водяной мельницы»¹². Она имела явно выраженную рабочую часть (жернова), передаточный механизм и механический двигатель. Все эти части в дальнейшем развивались и совершенствовались, изменялись и появлялись в машинах различного назначения. Поэтому К. Маркс указывал, что «Вся история развития машин может быть прослежена на истории развития мукомольных мельниц»¹³. Но и мельница и другие механизмы, как показывает история техники, играли в ремесленном и в ману-

⁹ См. там же, стр. 348, 350, 351.

¹⁰ См. там же, стр. 353.

¹¹ См. там же, стр. 355.

¹² См. там же, стр. 355, 356. — В более поздних исследованиях (уже в XX в.) доказывалось применение водяной мельницы в странах Востока еще в доримское время.

¹³ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 356. Примечание 43.

фактурном производстве второстепенную роль и применялись sporadически.

Характеризуя машину уже периода машинного производства, К. Маркс прежде всего подвергает критике определение понятия «машина» математиков, механиков и некоторых экономистов, которые называли машинами любые простые механические средства (рычаг, винт, клин и т. п.¹⁴), а также возражает тем, кто считал, что машина не может приводиться в движение силой человека.

К. Маркс считал, что при характеристике машины должен учитываться исторический элемент и прежде всего то, что исходной точкой переворота в способе производства в мануфактуре служит рабочая сила, а в крупной промышленности — средство труда¹⁵.

Определение понятия «машина» (машинного производства), точнее смысл, который следует вкладывать в это понятие, К. Маркс предлагал выводить, исходя из истории техники, так как «прежде всего необходимо исследовать, каким образом средство труда из орудия превращается в машину, или чем отличается машина от ремесленного инструмента»¹⁶. При этом К. Маркс считает возможным говорить только о крупных, общих, характерных чертах, так как между мануфактурным и машинным производством не было строгих разграничительных линий.

Историко-технический анализ показывает, что те орудия ремесленника, которые дифференцировались и специализировались в мануфактуре, в машинном производстве, являются механическими орудиями. Получив движение (от человека или от механического двигателя), они производят операции, которые раньше совершал подобными же орудиями рабочий. «После того как орудие в собственном смысле слова перешло от человека к механизму, машина заступает место простого орудия»¹⁷.

К. Маркс называет такие механические орудия рабочей машиной, являющейся составной частью (наряду с машинами-двигателями и передаточными механизмами) всякой развитой совокупности машин. От этой части машин, от рабочей машины, исходила в XVIII в. промышленная революция, в первой половине XIX в. она являлась на Западе исходным пунктом превращения ремесла или мануфактуры в машинное производство¹⁸.

В то же время такие машины, как насосы, кузнечные меха и т. п., даже если они приводились в движение паром, не революционизировали способа производства¹⁹.

Рабочая машина является наиболее важной частью совокупной системы машины, но большое место в анализе развития машинного производства К. Маркс уделяет также машине-двигателю. И здесь выводы опираются на историко-технический материал.

Так, история мельниц (водяных, ветряных и приводимых в движение животной силой), насосов, подъемных механизмов и других позволила К. Марксу сделать вывод о том, что механические двигатели стали впервые применяться в тех механизмах, в которых человек действовал с самого начала только в качестве двигательной силы, и что машины-двигатели вызывались к жизни увеличением размера рабочих машин²⁰.

В XIX в. кованые машины и металло-режущие станки также требовали значительной механической силы. Исследование развития этих механизмов привело К. Маркса к выводу, что в таких машинах наблюдается лишь циклопическое воспроизведение обыкновенных инструментов ремесленников²¹.

Конструкции паровых и других машин XIX в. уже основывались на данных науки, на тепловых, кинематических и других расчетах, но первые опирающиеся на научные данные технические элементы крупной промышленности развивались, как показал К. Маркс, еще в мануфактурном периоде.

Вывод этот К. Маркс сделал, также используя данные истории техники, из которых следовало, что рост производства требовал увеличения размеров рабочих машин. Это в свою очередь вызвало необходимость применения более мощных двигателей и усложнения передаточных механизмов. Однако скоро наступил момент, когда силы воды оказались недостаточны для преодоления трения в таких больших и сложных механизмах, когда становилась ощутительной неравномерность движения их частей и т. д. Тогда механики были вынуждены исследовать причины, влияющие на величину трения, на неравномерность движения механизмов, на силу, передаваемую колесу падающей водой и т. п. Изучаются зубчатые передачи, маховики, формы лопаток водяных колес и т. д.,²² — закладываются основания гидравлики, механики и других технических наук.

В связи с этим вопросом большой интерес представляют недавно впервые опубликованные²³ записки К. Маркса, сделанные им в его подготовительных мате-

²⁰ См. там же, стр. 380, 382.

²¹ См. там же, стр. 391, 392.

²² См. там же, стр. 383.

²³ Материалы Института марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. Из рукописного наследия К. Маркса. «Коммунист», 1958, № 7, стр. 21—23.

² См. К. Маркс. Капитал, т. I. М., 1955, стр. 343.

³ См. там же.

⁴ См. там же, стр. 344, 351.

⁵ См. там же, стр. 346—349.

⁶ В. И. Ленин. Развитие капитализма в России. Соч. т. 3, стр. 477.

⁷ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 349.

⁸ См. там же, стр. 349 350.

¹⁴ См. там же, стр. 377.

¹⁵ См. там же.

¹⁶ Там же.

¹⁷ Там же, стр. 380.

¹⁸ См. там же, стр. 379.

¹⁹ См. там же, стр. 381.

риалах к «Капиталу» в 1863 г. В этих записях К. Маркс показал, как в условиях капиталистического машинного производства естественные науки впервые используются в практических целях. Вместе с тем, наука выступает при капитализме «как чуждая, враждебная труд, господствующая над ним сила». «Капитал не создает науки, но эксплуатирует ее, и эта эксплуатация совершается при помощи машин»²⁴.

Однако производство невозможно обеспечить ни машинами-двигателями, ни машинами-орудиями циклопических размеров, если изготавливать их вручную, и история техники (история паровостроения и судостроения, строительства железных дорог, развития металлообрабатывающих машин и т. д.) давала К. Марксу фактический материал для важного технико-экономического вывода о том, что машинное производство крупной индустрии характеризуется тем, что машины производятся при нем самими машинами²⁵.

Наряду с рассмотрением истории отдельных машин и механизмов К. Маркс изучал и анализировал целиком различные производства, история которых давала ему материал для многих технико-экономических выводов.

Так, например, история шелкопряде-ния, шелкоткачества и производства игло-лок воссоздавала общую картину развития производства от работы на дому до механической фабрики и увеличения производительности труда при машинном производстве.

К. Маркс прослеживает возникновение в шелкопрядении разделения труда, выделение специалистов: мотальщиков, сучильщиков, красильщиков, шлихтовальщиков и ткачей. Еще по данным Бланки (1839 г.), все они работали самостоятельно на дому. В 1863 г. К. Маркс констатировал уже образование мануфактур — объединение части таких рабочих в одном помещении, а в четвертом издании «Капитала» (1890 г.) Ф. Энгельс указывал на наличие в таких фабриках механических ткацких станков²⁶.

Также в историческом аспекте прослежен К. Марксом процесс изготовления иглолок. Нюрнбергское производство, характеризующееся тем, что каждый ремесленник совершал двадцать различных операций, противопоставляется английским мануфактурам, где эти операции производились двадцатью различными рабочими, и законченной форме мануфактуры, где проволока проходила через 72—92

частичных рабочих. К. Маркс показывает, как в дальнейшем такое производство переходит в машинное, при котором одна женщина, работая одновременно на четырех машинах, производит 600 тыс. иглолок в день, тогда как в мануфактуре один рабочий изготавливал в день только 4800 иглолок²⁷.

История производства стальных перьев помогла К. Марксу выяснить условия и скорость перехода от мануфактуры к машинной фабрике. Было установлено, в частности, что в тех случаях, когда мануфактурное производство не представляло собой ряда последовательных связанных между собой процессов, переход к машинному производству затруднялся²⁸.

Влияние применения машин в одной отрасли на другие было прослежено К. Марксом на примере истории хлопчатобумажной промышленности, где машинное прядение вызвало изобретение машины для отделения хлопчатобумажных волокон от семян²⁹ и т. д.

История техники давала К. Марксу материал для решения многих вопросов политической экономии.

Можно указать, например, на вопрос о переносе стоимости машины на изготавливаемые товары, при решении которого К. Маркс обратился к истории развития процессов разделения хлопка и ковки металлов (ковочная машина Райдера)³⁰, на установление факта увеличения интенсивности труда при машинном производстве (на примере истории текстильных машин)³¹; на анализ цикличности капиталистического производства, для которого К. Маркс³² и Ф. Энгельс³³ использовали историю железных дорог. Общее ухудшение положения рабочих при машинном производстве, подчинение их машинам и борьба рабочих с машинами проиллюстрированы К. Марксом примерами из истории техники: изобретениями Аркрайта, Эверета и др.³⁴, историей технологии изготовления кружев³⁵, швейной машины³⁶ и т. д.

В работах К. Маркса, Ф. Энгельса и В. И. Ленина мы находим принципиальные решения вопросов о причинности тех или других изобретений и об общих перспективах развития техники.

²⁷ См. там же, стр. 345, 351, 465.

²⁸ См. там же, стр. 466.

²⁹ См. там же, стр. 389, 390.

³⁰ См. там же, стр. 395, 398.

³¹ Там же стр. 423.

³² Там же, стр. 483.

³³ Ф. Энгельс. Положение рабочего класса в Англии. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. II, М., 1955, стр. 255.

³⁴ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 434, 442.

³⁵ Там же, стр. 471, 472.

³⁶ Там же, стр. 477.

Приводимые К. Марксом примеры из истории усовершенствования транспортных средств, машин для отделения хлопчатобумажных волокон, циклопических орудий судостроительных заводов и других машин убедительно показывают, что изобретения вызывались к жизни и, тем более, находили себе применение прежде всего вследствие промышленной необходимости³⁷.

Практика диктовала необходимость появления этих машин, потому что возникали потребности, которые уже не могли быть удовлетворены старыми средствами производства. Это — основная, общая причина развития техники, но отдельные изобретения могут стимулироваться различными конкретными обстоятельствами.

«Можно было бы, — говорил К. Маркс, — написать целую историю таких изобретений с 1830 г., которые были вызваны к жизни исключительно как боевые средства капитала против возмущений рабочих»³⁸. К. Маркс и Ф. Энгельс приводят в разных работах целый ряд подобных примеров из истории техники (сельфактор, машина для производства прессованного стекла и др.)³⁹.

В истории техники К. Маркс находил не только ответы на различные вопросы истории, не только ключ для решения тех или других экономических проблем, но и возможность заглядывать в будущее, предвидеть общую перспективу развития общественного производства.

Такой перспективой являлось автоматическое производство. С точки зрения экономики, К. Маркс установил постоянно действующую тенденцию изменения органического состава капитала в сторону все большего уменьшения его переменной части⁴⁰; с технической точки зрения, на основании анализа истории развития различных механизмов и производств, в частности, часов и изготовления бумаги, К. Маркс определил общую тенденцию развития техники в направлении автоматизации. Старинное германское бумажное дело являлось, указывает К. Маркс, с образцом ремесленного производства; бумагоделательные производства в Голландии (XVII в.) и во Франции (XVIII в.) были мануфактурными, а в Англии (XIX в.) имелось уже автоматическое производство бумаги⁴¹.

³⁷ См. там же, стр. 390, 456; см. К. Маркс. Ницета философии. М., 1956, стр. 107.

³⁸ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 441.

³⁹ См. там же, стр. 441, 442; К. Маркс. Ницета философии..., стр. 107.

⁴⁰ См. К. Маркс. Теория прибавочной стоимости. Капитал, т. IV, ч. II, М., 1957, стр. 566, 569—570, 576—580.

⁴¹ См. К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 387.

В небольшой статье невозможно исчерпать все случаи использования К. Марксом примеров из истории техники (вопрос этот может быть предметом особого исследования), но и приведенные выше примеры показывают, что это использование было не случайным и не единичным.

Следует учитывать, с какой тщательностью и полнотой изучал К. Маркс стоящие перед ним различные проблемы, сколько требовалось от него к себе, как детально проверял он факты и насколько глубоко анализировал их, прежде чем делать те или другие выводы. Поэтому, за подчас короткими технико-экономическими выводами и примерами, имеющимися в «Капитале» и других произведениях, скрывается титаническая работа К. Маркса по истории техники.

Подлинная картина работы К. Маркса в этой области раскрывается в его еще неопубликованных — V, XIX и XX из двадцати трех тетрадей, включающих подготовительные материалы к «Капиталу», а также в его тетрадях (выписках) по истории техники⁴². Об этих тетрадях К. Маркс писал, в период работы над «Капиталом», Ф. Энгельс 28 января 1863 г.: «Я пополняю сейчас главу о машинах. Там есть ряд любопытных вопросов, которые я обошел при первой обработке. Для того, чтобы уяснить себе все это, я перечитал целиком свои тетради (выписки) по технологии...»⁴³.

В этих тетрадях К. Маркс дает общие сведения об изобретениях применявшихся в то время машин, о стоимости производства и подробно описывает производственные операции в их технической последовательности⁴⁴. «Наибольший интерес представляет XIX тетрадь, в которой исследуется возникновение и развитие машинного производства»⁴⁵.

К. Маркс жил в эпоху паровой машины, но он предвидел, что энергетической базой будущего производства будет не пар, а электричество. Вильгельм Либкнехт в своих воспоминаниях рассказывает о том, как К. Маркс с увлечением говорил ему: «Царствование его величества пара, перевернувшего мир в прошлом столетии, окончилось; на его место станет неизмеримо более революционная сила — электрическая искра»⁴⁶.

⁴² См. И. Г. Казьмина. Научная сессия, посвященная 139-й годовщине со дня рождения К. Маркса. «Вопросы истории КПСС», 1957, № 1, стр. 216.

⁴³ К. Маркс, Ф. Энгельс. Избранные письма. М., 1953, стр. 136.

⁴⁴ И. Г. Казьмина. Научная сессия, посвященная 139-й годовщине со дня рождения К. Маркса. «Вопросы истории КПСС», 1957, № 1, стр. 216.

⁴⁵ Там же.

⁴⁶ В. Либкнехт. Из воспоминаний о Марксе. М., 1958, стр. 6.

Основываясь на технико-историческом анализе общественного производства и истории техники, К. Маркс представлял себе будущее производство как систему работающих на электроэнергию автоматических машин.

Однако в связи с перспективами развития производства К. Маркс не предвидел затухания классовой борьбы, улучшения положения рабочего класса, облегчения его работы и участи. Напротив, К. Маркс говорил о том, что капиталистическая крупная промышленность, в конце концов, «как вопрос жизни и смерти, ставит задачу: чудовищность несчастного резервного рабочего населения, которое держится про запас для изменяющихся потребностей капитала в эксплуатации, заменить абсолютной пригодностью человека для изменяющихся потребностей в труде...»⁴⁷.

Но решение этой задачи не может быть осуществлено в условиях капитализма, разрешение ее возможно только вместе с заменой капиталистического способа производства социалистическим.

Автоматическое производство имеет нормальную перспективу развития только при социализме, оно входит в технико-экономический базис социалистического и коммунистического общества. Что же касается наличия его в капиталистических предприятиях, то этот факт подтверждает слова В. И. Ленина о том, что «Техника капитализма с каждым днем все более и более перерастает те общественные

⁴⁷ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 493.

ДЖОН ВИЛКИНСОН (1728—1808)

В 1958 г. исполнилось 150 лет со дня смерти и 230 лет со дня рождения выдающегося английского изобретателя, пионера машиностроения — Джона Вилкинсона.

Вилкинсон был человеком, наделенным большими дарованиями и неутомимой энергией. Стараниями Вилкинсона и Дербя¹ был построен первый крупный мост, сделанный целиком из металла. Со станей одного из заводов Вилкинсона сошел металлический бот, который явился предшественником современных стальных судов. Много нового было внесено Вилкинсоном в металлургическое производство, в обработку металлов давлением и т. п.

Среди его изобретений особенно сле-

¹ Дербь — семья английских промышленников. Дербь первый и второй известны своими крупными изобретениями в области металлургии (подробнее см. С. Matschos. Männer der Technik. Berlin, 1925).

условия, которые осуждают трудящихся на наемное рабство»⁴⁸.

Придавая большое значение истории техники, изучая и широко используя ее в своих трудах, К. Маркс, будучи занятым решением философских и экономических проблем, а также практической революционной деятельностью, не смог оставить нам законченного исследования по истории техники. Он завещал выполнение этой работы следующим поколениям.

«Дарвин, — писал К. Маркс, — направил интерес на историю естественной технологии, т. е. на образование растительных и животных органов, которые играют роль орудий производства в жизни растений и животных. Не заслуживает ли такого же внимания история образования производительных органов общественного человека, история этого материального базиса каждой особой общественной организации?»⁴⁹.

С того времени, как К. Маркс изучал и анализировал историю техники и делал свои замечательные выводы, техника шагнула далеко вперед. Обобщение ее истории — истории развития техники в условиях империализма и социализма, как и выполнения завещания К. Маркса в отношении более ранних эпох, является долгом исследователей, работающих в области истории техники.

А. А. Кузин

⁴⁸ В. И. Ленин. Одна из великих побед техники. Соч., т. 19, стр. 42.

⁴⁹ К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 378. Примечание 89.

дует отметить создание расточного станка, благодаря которому удалось изготовить и внедрить в практику паровую машину. Революционизирующая роль паровой машины в развитии техники общезвестна. Однако едва ли широко известно, что основным затруднением при изготовлении этой машины была точная расточка ее цилиндров, и что Вилкинсон создал станок, позволивший изготовить нужные для паровой машины цилиндры, а, следовательно, наладить широкое производство самой машины.

О первых годах жизни Джона Вилкинсона известно очень мало. Его отец работал на одной из доменных печей Клифтона в качестве печного мастера. Накопив денег, отец основал собственное предприятие по производству чугунных изделий. После окончания одного из известных в то время учебных заведений доктора Роттерама, Джон поступил учеником к своему отцу, где и получил те практические навыки, которые впоследствии помогли ему стать одним из замечательных инженеров

своего времени. Когда Джону минуло двадцать лет, он отправился в Шропшир, место сосредоточия английской железодельной промышленности. Вскоре ему удалось собрать небольшой капитал и построить первую в этом районе доменную печь, названную Бродлей-домной. В 1756 г. Джон присоединяется к отцу и становится его компаньоном. В этот период дела фирмы резко ухудшились. Основной причиной являлось прекращение военных заказов в связи с окончанием войны Англии с Францией и Испанией.

В 1761—1762 гг. фирма отца полностью переходит в руки сыновей, Джона и Виль-

был изобретен станок нового манера к сверлению пушек»⁵.

В иностранных источниках приоритет применения отливки пушек без стержня с последующим высверливанием на специальных станках обычно приписывается Морису, генеральному инспектору французской артиллерии (1744 г.)⁶. Следовательно, основная заслуга Вилкинсона заключалась не в том, что он дал новую идею, а в том, что он сумел улучшить, придать наиболее рациональную форму имевшимся до него конструкциям и внедрить эту конструкцию в промышленность.

В станке, предложенном Вилкинсоном

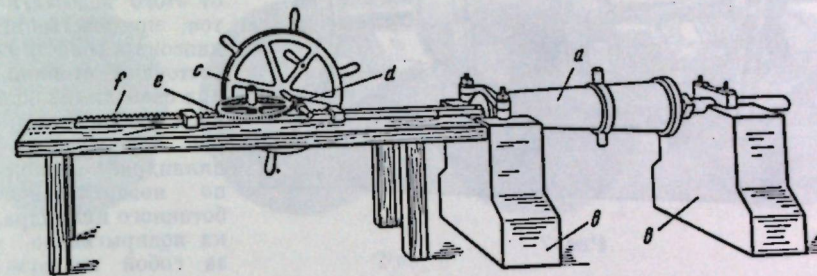


Рис. 1

яма, которые решили реорганизовать фирму, расширив ее и дав ей новое название. 27 января 1774 г. Джон Вилкинсон получил свой первый патент на отливку и высверливание пушек². Он предложил отливать пушки не со стержнем, как это обычно делалось до этого, а цельными³. Последующая обработка канала производилась при помощи режущего инструмента на специальном станке. Предложение Вилкинсона не являлось чем-то совершенно оригинальным, не имеющим прецедента в прошлом. Создание станка для обработки внутренней поверхности пушечных стволов еще раз подчеркивает, «как мало какое бы то ни было изобретение XVIII столетия принадлежит тому или иному отдельному лицу»⁴. Например, в русских источниках указывается, что «глухия орудия в Санкт-Петербургском арсенале появились с 1717 г., когда Майором Витвером

(см. рис. 1), заготовка а располагалась горизонтально и закреплялась в двух подшипниках b. Рабочее (вращательное) движение придавалось обрабатываемой пушке. Подача инструмента осуществлялась при помощи особого устройства, работающего следующим образом. При вращении колеса с поворачивавшей жестко насаженный на ось колеса червяк d, находящийся в зацеплении с зубчатым колесом e. Поворачиваясь, это колесо приводило в движение рейку f и жестко связанное с ней сверло. Такое устройство позволяло создать нужное усилие и в то же время обеспечивало равномерность движения подачи. Обработка производилась несколькими ложечными сверлами, которые последовательно увеличивали отверстие. Чистовая отделка внутренней поверхности заготовки осуществлялась на этом же станке, инструментом служила своеобразная фреза, обычно со вставными зубьями. Этот станок, сконструированный Вилкинсоном для обработки пушек, в дальнейшем явился технической основой для создания более совершенного станка, при помощи которого удалось расточить цилиндры для паровых машин с нужной степенью точности. В начальный период развития паровых ма-

² Английский патент № 1036.

³ Отливка пушек со стержнем имела ряд недостатков, которые резко ухудшали боевые качества орудий. При такой отливке образовывались многочисленные раковины, свинца и пузыри, снижающие механическую прочность изделия. Стержень при отливке часто сбивался, вследствие чего канал пушки получался искривленным и пушку приходилось пускать в переплавку.

⁴ К. Маркс. Капитал, т. I, М., 1955, стр. 378. Примечание 89.

⁵ В. Родзевич. Историческое описание СПб. арсенала за 200 лет его существования. 1712—1912. СПб., 1914, стр. 133.

⁶ G. Monge. Description de l'art de fabriquer les canons. Paris, an II de la Républ., p. 87.

шин внутреннюю поверхность их цилиндров пытались обрабатывать шлифованием, позже стали строить специальные станки для расточки цилиндров режущим инструментом⁷. Однако все эти устройства не позволяли изготовить цилиндр с точностью, необходимой для нормальной работы машины.

Внутренние стенки цилиндра получались различной толщины, что вело к увеличению зазора между цилиндром и поршнем, в результате чего машина работала

направляющими. В станках, применявшихся до этого, оправка, с находящимся на ней инструментом, закреплялась лишь с одной стороны, располагаясь консольно. Такая конструкция вела к большому прогибу оправки и, как следствие, к неточной обработке изделия. Особенно это было заметно при высверливании цилиндров для паровых машин. Большой диаметр этих цилиндров обуславливал применение и инструмента соответствующего размера, в связи с чем вес последнего резко увеличивался и повышался прогиб державки, на конце которой располагался инструмент. Стремясь избавиться от этого недостатка, Смитон, предшественник Вилкинсона в области создания расточных станков, закрепил свободный конец оправки в особой тележке, которая перемещалась внутри цилиндра. Однако, скользя по поверхности необработанного цилиндра, тележка подпрыгивала, увлекая за собой инструмент, что вело к большой неточности

в обработке заготовки. Применяв свой станок, Вилкинсон обработал цилиндр с точностью до $\frac{1}{16}$ дюйма ($\approx 1,5$ мм), что превышало точность, полученную Смитоном, в шесть раз.

Касаясь создания паровой машины, нельзя не упомянуть выдающегося русского изобретателя Ивана Ивановича Ползунова.

Ползунов первый в России построил работающую паровую машину, следовательно, ему первому удалось найти и соответствующие способы обработки внутренней поверхности цилиндров. Однако конкретно об этих способах нам ничего не известно, и этот вопрос еще ожидает своего исследователя.

Обработка цилиндров для паровой машины Уатта на заводах Вилкинсона являлась началом технического сотрудничества Вилкинсона и Уатта, которое продолжалось более 20 лет. Вилкинсон сразу понял огромное значение паровой машины и договорился с Уаттом об установке этих машин на своих заводах, приспособив их для приведения в движение механизма домашнего дутья.

В 1774 г. он просит Уатта рассчитать машину, которая могла бы поднять молот в 120 фунтов и делать до 150 ударов в минуту. В дальнейшем Вилкинсон приспособил паровую машину к станкам для прокатки и резки металлов, в сельском хозяйстве и т. п.

Практическое использование паровой машины на производстве является большой заслугой Вилкинсона, так как оно показало возможность универсального применения парового двигателя, что значительно способствовало его широкому распространению в промышленности.

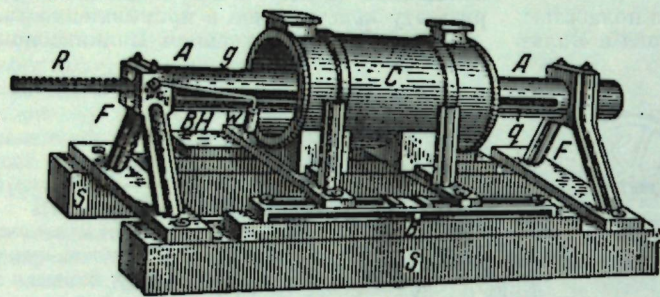


Рис. 2

с весьма незначительным коэффициентом полезного действия, а при большом зазоре вообще не работала.

Вилкинсон создал станок, при помощи которого ему удалось обработать цилиндры для паровой машины Уатта, придав им нужную точность, что позволило создать практически годную машину. Как видно из рис. 2, обрабатываемый цилиндр *C* закреплялся в станке при помощи оброчей на особых подставках, которые могли передвигаться по направляющим *B* в зависимости от длины обрабатываемого цилиндра. Внутрь цилиндра вводилась особая оправка *A*, которая с двух сторон зажималась в кронштейнах *G*. Режущий инструмент надевался на эту оправку и через канавку *g* жестко связывался с рейкой *R*. Давлением груза *H* производилась рабочая подача инструмента на заготовку⁸. В 1795 г. Вилкинсон усовершенствовал этот станок, разрешив проблему принудительной подачи сверла действием винтового натяжного шпинделя и использовав при этом систему зубчатых колес.

Основным преимуществом станка являлось двустороннее закрепление оправки и применение салазок с призматическими

⁷ Подробнее см. «Труды Института истории естествознания и техники», т. 21. М., Изд-во АН СССР, 1959.

⁸ Подлинных чертежей станка Вилкинсона не сохранилось. На рисунке представлен станок, лишь предположительно приписываемый Вилкинсону (см. J. W. Roe. English and American tool builders N. Y., 1926), а также «Beiträge zur Geschichte der Technik und Industries», 1911, Bd. 3, S. 226.

Изобретательность и предприимчивость Вилкинсона вскоре выдвинули его заводы в число наиболее передовых. Эти заводы приобретают мировую известность, поставляя свою продукцию во Францию, Германию и т. д. Большая по тому времени техническая мощность заводов позволила им принимать заказы, выполнение которых было бы не под силу другим предприятиям.

Примером может служить постройка крупного металлического моста через р. Северн. Проект моста был разработан модельщиком Томасом Грегори, работавшим на заводах Дерби. Дуга моста равня-

металлические суда будут «таким же простым делом, как колумбово яйцо»¹².

Пылкий ум Вилкинсона позволял ему делать крупные технические изобретения в самых различных областях, с которыми его сталкивала практика. Например, занимаясь производством свинца, он организовал изготовление труб, прокатывая их вместе с сердечником. В результате такой обработки труба получалась гладкой, со стенками, толщина которых точно соответствовала заданию.

Следует отметить, что этот способ был описан еще в 1728 г., однако неоспоримая



Рис. 3

лась 100 футам (1 фут $\approx 0,3$ м), высота дуги — 45. Весил он 378,5 тонн⁹. Конструкция была смонтирована на устоях в течение трех недель, и в начале 1779 г. мост был уже пущен в эксплуатацию¹⁰.

Наличие моста значительно облегчало транспортировку готовых изделий и подвоз сырья, что очень благоприятно отразилось на развитии заводов Вилкинсона и Дерби, так как эти заводы находились на противоположных сторонах реки, берега которой были очень круты и неудобны для переправы.

После окончания войны и подавления восстаний в Ирландии и Индии заказы на оружие — основную продукцию заводов Вилкинсона — прекратились, в связи с чем пришлось перейти на изготовление продукции мирного времени. В 1787 г. со ставлений одного из предприятий Вилкинсона сходит первый железный бот.

В письме от 14 июля 1787 г. Вилкинсон пишет: «На прошлой неделе моя железная лодка была спущена. Она оправдала все мои надежды»¹¹.

Через год он строит еще два железных судна, которые вначале были встречены с недоверием. Вилкинсон писал, что его противниками были 999 человек из 1000. Тем не менее он предсказывал, что вскоре

заслуга Вилкинсона заключалась в том, что он претворил эту идею в жизнь, наладив практическое производство труб новым способом.

В последние годы жизни Вилкинсон запатентовал несколько изобретений по обработке металлов давлением. В 1789 г. он предложил новый способ выделки ружейных стволов посредством волочения. Пытаясь использовать валцы для развальцовки полученной в пудлинговой печи крицы, сделал заявку, в которой были отмечены почти все способы внутренней нарезки стволов орудий¹³.

Несколько изобретений у него было также и в металлургии¹⁴. Новатором проявил себя Вилкинсон и в области сельского хозяйства, начав одним из первых культивировать разведение конопли.

О привилегированном месте, которое в свое время занимал Вилкинсон среди других промышленников, говорит хотя бы тот факт, что он был в числе немногих лиц, которым дозволялось самим выпускать деньги.

Между 1787 и 1793 гг. Вилкинсон выпустил большое количество медных монет достоинством в полпенса. Эти монеты особенно интересны помещенными на них изображениями, в которых Вилкинсон отмечал наиболее выдающиеся свои изобре-

⁹ Joseph W. Roe. English and American tool builders. N. Y., 1926, p. 14.

¹⁰ Beiträge zur Geschichte der Brücken aus Gußeisen. «Dinglers politisches Journal», 1828, Bd. 29, S. 152, Fig. 8.

¹¹ Joseph W. Roe. English and American tool builders..., p. 14.

¹² Там же.

¹³ Английский патент № 1694 (от 30 июля 1789 г.).

¹⁴ Английский патент № 1993.

тения: паровой молот, железный бот, сверлильный станок (см. рис. 3)¹⁵.

Умер Вилкинсон 14 июля 1808 г. в Бродлее. На могиле его поставлена желез-

¹⁵ На рисунке представлено аллегорическое изображение этого станка.

ДЕЙСТВУЮЩАЯ МОДЕЛЬ ПАРОВОЙ МАШИНЫ М. НАЗУКИНА

Среди экспонатов Пермского краеведческого музея сохранился небольшой двигатель¹ — действующая модель паровой машины талантливого уральского машиностроителя М. Назукина. Известно, что эта паровая машина была первой из построенных в России² машин высокого давления³ и имела мощность 47 л. с.

Как следует из сопроводительной надписи к модели, она была изготовлена для выставки⁴ одновременно с самой машиной в 1833 г. Пожевским заводом⁵, где работал М. Назукин. По уровню развития технологии и организации производства Пожевской завод в период начала XIX в. относился к одним из передовых не только на Урале, но, пожалуй, и в России. Все это определяет интерес к сохранившимся до нашего времени немногим образцам его производства.

Действующая модель привлекает внимание своеобразной конструктивной формой и высоким качеством исполнения. Изготовлена она целиком из металла (в основном, сталь и бронза).

Модель, по-видимому, действительно работала и в таком смысле ее можно назвать действующей. Об этом свидетельствуют имеющиеся на зеркале цилиндра, трущихся поверхностях поршня и других подвижных деталях характерные следы, которые при наличии смазки могли появиться только вследствие более или менее длительного взаимного трения.

Машину следует отнести к машинам балансирного типа двойного действия с золотниковым парораспределением и автоматическим дроссельным регулированием, без обогрева цилиндра (рис. 1). Размеры

¹ Фонд Пермского областного краеведческого музея, инв. № 5087.

² А. Г. Козлов. Творцы техники на Урале. Свердловск, 1954.

³ Для первой половины XIX столетия высоким давлением в паровых машинах считалось давление пара в 6–10 атм.

⁴ Для выставки, как указывается в сопроводительной надписи, вместе с действующей моделью машины была изготовлена паровая коляска, судьба которой неизвестна.

⁵ Пожевский завод расположен на Западном Урале в верховьях р. Камы.

ная пирамида, на которой помещен портрет Вилкинсона. На одной стороне пирамиды выгравирован девиз Вилкинсона «Труд и честь». На другой — помещена надпись, в которой говорится о заслугах Вилкинсона и его трудолюбии.

А. И. Черешнев

ее приблизительно следующие: длина — 1100 мм, ширина — 950 мм, высота — 1480 мм (от пола).

К сожалению, повреждения и отсутствие ряда важных деталей и узлов не позволяют получить при обычном осмотре полного представления о ее механизме (отсутствуют, например, центробежный регулятор, ряд звеньев механизма парораспределения и т. д.).

Механизм машины (рис. 1) смонтирован на двух массивных опорах: станине 1 (на рисунке показана лишь ее верхняя плита), собранной из литых чугунных уголков и листовой стали, и литой чугунной стойки сложной формы 4.

На станине установлена при помощи восьми бронзовых колонок сравнительно легкая стальная рама, к которой в свою очередь крепятся основные детали механизма. Исключение составляют водяной насос 2, привинченный непосредственно к станине, и выносной опорный подшипник 3 вала, укрепленный на чугунной стойке 4. Рама состоит из трех частей: горизонтальной плиты 5 с большим прямоугольным вырезом и двух боковых стоек 6, скрепленных с ней болтами. К горизонтальной плите привинчен болтами паровой бронзовый цилиндр 7, один из коренных подшипников вала 8, опоры качающихся звеньев балансирного механизма 9 и т. д. При этом для цилиндра 7 плита одновременно является и днищем. К боковым стойкам шарнирно крепятся рычаги контрбалансира 10, звенья механизмов парораспределения и автоматического регулирования. (На рисунке виден валик II — II с присоединенными к нему вильчатым рычагом 11 и тягой 12 механизма автоматического регулирования.)

Кривошипный вал 13 — переменного сечения: шейки цилиндрические, остальная часть имеет шестигранное сечение. Кроме кривошипа 14, на вал насажены тяжелое маховое колесо 15 из кованой стали со вставными спицами и две бронзовые шестерни: цилиндрическая 16 (рис. 1 в круге) для привода механизма парораспределения и коническая 17 для привода вертикального вала центробежного регулятора. Кроме того, на внешнем конце вала (вид по стрелке А) на крестовую шпонку был насажен, вероятно, шкив.

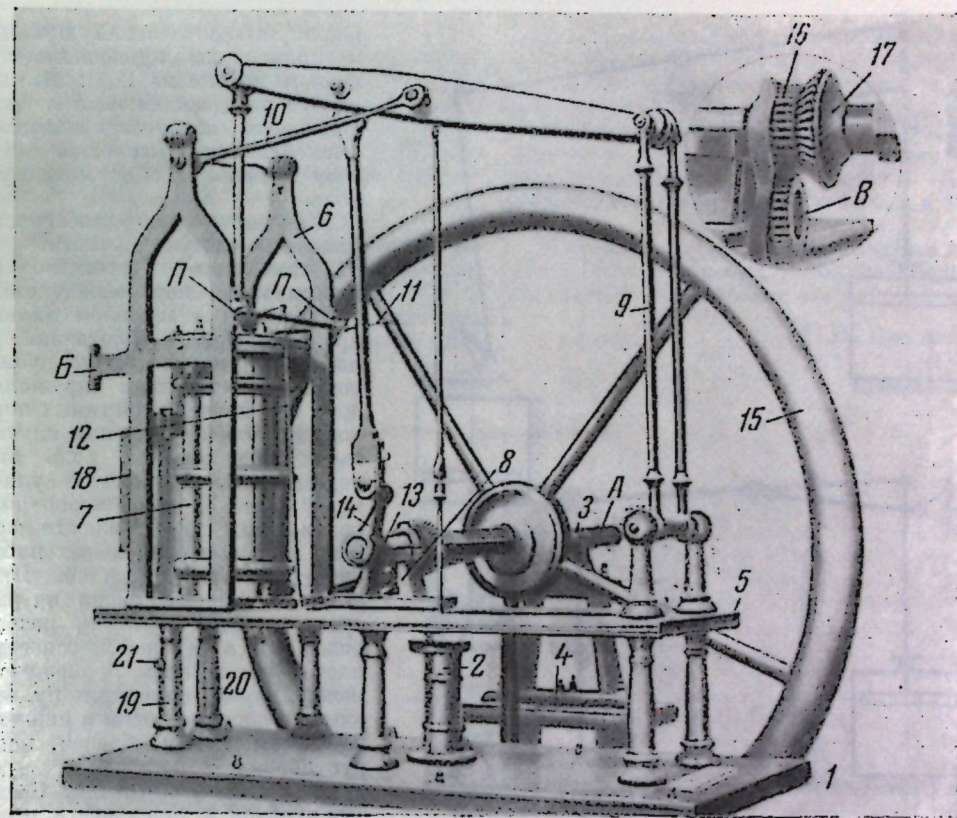


Рис. 1. Внешний вид модели паровой машины М. Назукина:

А — место установки маховика на вал; Б — фланец крепления подшипника вала механизма парораспределения; В — место шарнирного присоединения механизма парораспределения

Подвод пара к золотниковой коробке 18 и отвод его должен осуществляться через две крайние колонки 19 и 20, имеющие для этой цели внутренние продольные сверления. Диаметр сверлений одинаков. Внешние паропроводы различаются: на подводящем (колонка 19) виден валик дроссельного клапана 21. Отводящий паропровод 20 а также водяной насос 2 были присоединены, вероятно, к конденсатору (в настоящее время отсутствующему), который размещался внутри станины.

Механизм машины можно расчленить на три группы: 1) передаточный механизм; 2) механизм парораспределения; 3) механизм автоматического регулирования (центробежного типа).

Передаточный механизм машины (рис. 2, б) передает механическую энергию от поршня к валу и производит при этом преобразование возвратно-поступательного движения во вращательное.

Характерно, что передаточный механизм является балансирным, но уже не уаттовского типа (рис. 2, а), а выполнен в виде прямой Эванса (1755–1819) — механизма более совершенного, чем предыдущий.

С тех пор, как начали делаться попытки приспособить паровую машину в качестве двигателя транспортной установки, параллелограммные машины Уатта (рис. 2, а), долгое время удовлетворявшие требованиям стационарных условий, обнаружили свою ограниченность. Из-за большого количества звеньев и шарнирных соединений они оказались слишком громоздкими, неспособными работать при большем числе оборотов и большей мощности.

Как результат усовершенствования параллелограммного механизма Уатта, механизм Эванса, примененный М. Назукиным, хотя и имеет несколько меньшее количество звеньев и шарнирных соединений, все еще обладает его недостатками. Он представляет собой тот же балансирный механизм, у которого лишь неподвижная шарнирная опора балансира заменена подвижной и параллелограмм органически слит с балансиром и станиной. Являясь предельно усовершенствованным балансирным механизмом, он показал значительное преимущество действующих машин по сравнению с балансириными.

Поиски другого, более удобного передаточного механизма с меньшим числом

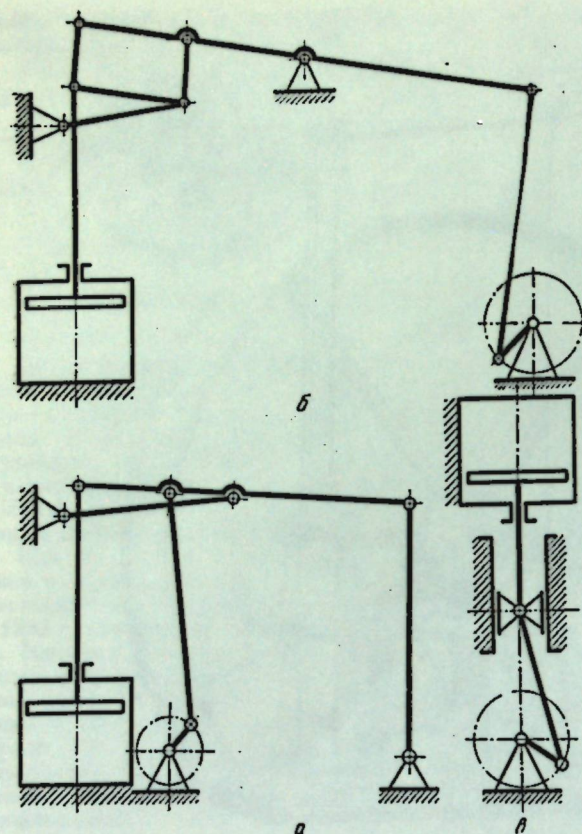


Рис. 2. Кинематические схемы передаточных механизмов паровых машин

а — балансирной машины с параллелограммом Уатта; б — балансирной машины с параллелограммом Уатта; в — прямодействующей кривошипно-шатунной машины

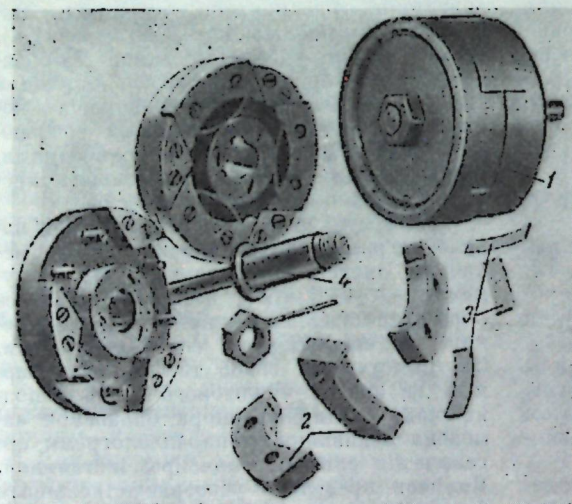


Рис. 3. Поршень:

1 — поршень в сборе; 2 — уплотнительный кулачок; 3 — прижимная пружина кулачка; 4 — шток поршня

шарнирных сочленений привели к применению кривошипно-шатунного механизма (2, в). Из числа его передающих звеньев было исключено наиболее громоздкое звено-балансир, сыгравший уже к тому времени свою историческую роль.

Как интересную особенность машины, следует отметить ее уплотнительное устройство от просачивания пара между стенкой поршня и зеркалом цилиндра. Подобные уплотнения в настоящее время обычно производятся посредством пружинящих, как правило, чугунных поршневых колец. В данном случае таких колец нет, их роль выполняют шесть бронзовых кулачков 2 (рис. 3), равномерно расположенных по окружности поршня в двух параллельных плоскостях, по три в каждой. При этом, как хорошо видно на рисунке, каждый кулачок, расположенный в верхней плоскости, плотно прикрывает промежуток между двумя соседними кулачками, расположенными в нижней плоскости. Таким образом, вокруг поршня 1 получается замкнутая линия уплотнения. Каждый кулачок в отдельности прижимается к зеркалу цилиндра отдельной пластинчатой пружиной 3. Видимо, предполагалось, что принятый способ уплотнения кулачками окажется надежнее широко применявшегося в машинах Уатта мягкого уплотнения канатом, уложенным в специальную кольцевую канавку на цилиндрической поверхности поршня. Такое уплотнение не могло, разумеется, гарантировать плотность подвижного соединения при работе с паром повышенного давления и являлось одной из причин применения низкого давления пара (около 0,25 атм) в старых балансирных машинах. Вследствие этого создателю машины потребовалось найти новое конструктивное решение уплотнения, состоящего из металлических деталей. Уплотнение такого рода кулачками, пожалуй, можно считать прообразом современного способа уплотнения разрезными поршневыми кольцами с дополнительной прижимной пружиной, которое применяется в настоящее время в крупных поршневых двигателях.

Для предотвращения просачивания пара в неподвижных соединениях между соприкаса-

ющимися поверхностями деталей цилиндра проложена свинцовая проволока, для правильной укладки которой сделаны специальные канавки. Деформируясь и плотно прилекая к поверхностям соединяемых деталей при затяжке болтов, проволока в дальнейшем исключает всякое просачивание пара.

Внешнему оформлению установки уделено большое внимание. Фронтальный вид выписывается в трапецию. Отсутствуют чрезмерно выступающие детали и трубопроводы. Внешние поверхности бронзовых деталей — позолочены. Стальные детали тща-

тельно отполированы. Чугунная станина с большим искусством была расписана под уральский малахит. В основном эта роспись погибла, но по углам под накладными барельефами она еще сохранилась. На стальном листе, закрывающем фронтальное окно станины сделана надпись: «В. А. Всеволожского Пожевского завода в Перми».

Описанная «действующая модель» свидетельствует о высоком мастерстве машиностроителей Пожевского завода.

В. И. Солодников
(Пермь)

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ANNELIESE MAIER. *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert*. Roma. 1949, 307 S.; *Zwei Grundprobleme der scholastischen Naturphilosophie* (Das Problem der intensiven Größe. Die Impetustheorie), 2. Aufl., Roma, 1951, 318 S.; *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft* (Die Struktur der materiellen Substanz. Das Problem der Gravitation. Die Mathematik der Formlatituden), 2. Aufl., Roma, 1952, 388 S.; *Metaphysische Hintergründe der spätscholastischen Naturphilosophie*. Roma, 1955, 405 S.

АННАЛИЗА МАЙЕР. *Предшественники Галилея в XIV столетии*. Рим. 1949, 307 стр.; *Две основные проблемы схоластической натурфилософии* (Проблема интенсивной величины. Теория impetus). 2. Изд. Рим, 1951, 318 стр. *На границе между схоластикой и естествознанием* (Структура материальной субстанции. Проблема тяготения. Математика «широты форм»). Изд. 2. Рим, 1952, 378 стр.; *Метафизический фон позднесхоластической натурфилософии*. Рим, 1955, 405 стр.

Перечисленные в заголовке четыре монографии, вышедшие в серии «Storia e letteratura», представляют цикл отдельных очерков, связанных по тематике; некоторые из них раньше публиковались отдельно (начиная с 1939 г.). Их продолжением является только что вышедшая книга того же автора «Между философией и механикой»¹.

Основным предметом исследований автора является предистория важнейших понятий новоевропейской математики и естествознания XVII в., таких как переменная величина, основные понятия динамики, понятие химического соединения (mixtum) и др.

После Пьера Дюэма (скончавшегося в 1916 г.) никто не привлекал такого большого числа рукописных и редких печатных изданий при рассмотрении указанных проблем. Это видно уже из списков рукописей, приложенных к каждой монографии. Большим достоинством является то, что тексты приведены в подлиннике (Дюэм, как правило, давал лишь их французский перевод).

Большинство тем, разрабатываемых А. Майер, находится сейчас в центре внимания историков науки. Достаточно указать, что в Висконсинском университете

их разработкой занята группа ученых, возглавляемая М. Кэзеттом. Тем же вопросам посвящена книга Кромби «Роберт Гроссетест и возникновение экспериментальной науки»². За последние годы были напечатаны ранее не публиковавшиеся тексты, перечисление которых потребовало бы слишком много места. Не случайно, что на IX Международном конгрессе историков науки вопрос о соотношении между наукой позднего средневековья и новой экспериментальной наукой фигурировал в качестве одной из центральных тем для дискуссий.

Как известно, Дюэм делал из сопоставления трактатов XIV в. и произведений ученых эпохи Возрождения неправомерные выводы, объявляя науку Ренессанса «наследницей парижской схоластики» (и только парижской схоластики). Аннализа Майер чужда подобной точке зрения, стирающей принципиальную разницу между эпохами. С гораздо большей объективностью она стремится вскрыть не только черты сходства, но и существенные различия. Так, например, она неоднократно указывает, что так называемые физико-математические «калькуляции» XIV в. (в том числе рассуждения об эквивалентности равномерно ускоряющегося или за-

медляющегося движения среднему равномерному движению) были неизменно «подсчетами без измерения» (Rechnen ohne Messen), иначе говоря, не только были лишены экспериментальной основы, но и зачастую ограничивались анализом чисто фиктивных, воображаемых случаев, никак не связанных с реальными природными явлениями.

А. Майер справедливо отвергает также ту модернизацию, которая отличала некоторые толкования средневековой теории impetus как некоего предвосхищения закона инерции (см. главу «Роль теории impetus в возникновении новой механики и натурфилософии», II, стр. 291—314). Очень четко и лаконично выражена та же мысль в другом ее труде: «Учения об impetus и о сохранении равномерного движения — две совершенно различные физические теории; их общая черта заключается лишь в том, что они стремятся объяснить одно и то же явление» (I, стр. 132).

При всем обилии привлекаемого материала основные интересы автора остаются, однако, сосредоточенными на общих, принципиальных, преимущественно философских, или натурфилософских вопросах. Автор проявил известное равнодушие к техническим деталям чисто математического исследования. В частности, например, приходится пожалеть, что, рассматривая найденные ею «Вопросы к Началам» Евклида» Николая Орема, А. Майер оставила без внимания все специальные вычисления (Rechnefelen) и конкретные примеры, признавая, что они имеют «математический интерес», но отказывая им в «принципиальном значении» (III, стр. 350 и 352).

Что касается более общих вопросов, то здесь А. Майер дополняет наши знания целым рядом новых интересных сведений. В очерке «Финальная причинность и закон природы» (IV, стр. 271—335) она показывает, каким образом постепенно формировалось понятие о причинности природных явлений, приведшее у Буридана к почти полному отказу от телеологических объяснений в физике. В том же плане представляют интерес два очерка, посвященные судьбе понятия о «двойной истине», с новыми материалами о Бьяджо Пелакани (ум. в 1416 г.), которого автор рассматривает как новое звено в цепи того развития..., которое подготовило последующую революцию мировоззрения в эпоху Ренессанса и возникновения нового естествознания» (I, стр. 299). В конце XIV столетия Пелакани принудили отречься от целого ряда «еретических» положений. Майер впервые выяснила, о каких именно положениях могла идти речь, ближе исследовав его труды, оставшиеся в рукописи («Отречение Бьяджо Пелакани», I, стр. 279—299; «Принцип двойной истины», IV, стр. 1—44). Укажем в той же связи на очерк, посвященный понятиям

необходимости и случайности (I, стр. 219—250).

Привлекаемые автором новые рукописные материалы относятся преимущественно к XIV в. Можно упрекнуть автора лишь в том, что остаются недостаточно освещенными ни предистория, ни последующая история отдельных проблем. Так, упоминаемая арабских авторов в ряде мест, Майер все же оставляет без достаточно детального рассмотрения вопрос об арабских предшественниках теории impetus (II, стр. 129—133). Пусть даже отдельные места в латинском переводе «Физики» Ибн-Сины искажены, слова об «акцидентальной силе, которая переходит в движимый предмет от движущего подобно тому, как теплота переходит в воду из огня» достаточно определены, и нет оснований, думается нам, утверждать, что текст Ибн-Сины не мог оказать влияния на западноевропейские учения об impetus.

Внимательно изучая литературу комментариев к «Сентенциям» Петра Ломбардского и произведений Аристотеля, А. Майер недостаточно внимания уделяет, на наш взгляд, той реальной подоснове, которая порождала различные воззрения. В частности размышления о так называемой интенсификации и ремиссии качеств или форм. Ведь нельзя же думать, как полагал Дюэм, что постановка вопроса в «Сентенциях» была первичной и исходной. По нашему мнению, следует произвести гораздо более подробное исследование медицинской и фармакологической литературы (восточной и западноевропейской), где впервые возникают (уже в античную эпоху!) понятия о «градусах» и «широте» качественных интенсификаций (так называемая литература de gradibus medicinarum). Да и споры о природе mixtum (сложного вещества), которым А. Майер посвятила отдельный этюд (III, стр. 3—140), были гораздо теснее связаны с эволюцией учения об intensio et remissio formarum, нежели это показано в ее монографиях.

В то же время, да очень интересный очерк судьбы теорий Орема («Die Nachwirkung der Oresmeschen Lehre», III, стр. 354—384), в иных случаях А. Майер оперирует скорее типологическими сопоставлениями, нежели вскрывает действительные пути конкретной исторической эволюции во всех ее деталях. Таким образом, обильные материалами труды А. Майер лишь подводят к сложному вопросу о предистории науки европейского Возрождения.

Одно замечание об очерке, посвященном средневековому учению о «физических минимумах» (minima naturalia) в первой книге Майер (стр. 179—196). П. Дюэм в своих работах вовсе оставил без внимания предисторию вопроса и тем самым создал ложное преувеличенное представление о степени оригинальности средневековых авторов. А. Майер исправляет эту ошибку,

¹ A. Maier. Zwischen Philosophie und Mechanik. Rom, 1958, 385 S. Монографии обозначаются дальше сокращенно цифрами I, II, III, IV.

² A. C. Crombie. Robert Grosseteste and the origins of experimental science (1100—1700). Oxford, 1953.

прослеживая истоки учения в системе Аристотеля. Однако и ею пропущен один существенный текст, касающийся пределов действенности силы. (Аристотель. Физика, кн. VII, гл. 5, стр. 249b — 250a). В результате остается непроследженной предыстории понятия *minimum secundum operationem*, первое возникновение которого автор связывает с именем Роджера Бэкона (I, стр. 183).

Стремясь объяснить уже отмеченную черту «калькуляций» XIV в., являвшихся «подсчетами без измерений» (*Rechnen ohne Messen*), А. Майер в качестве одного из возможных объяснений ссылается на заявление Бурида (мы не можем вообще точно и пунктуально измерить физические движения) и аналогичное заявление Орема (IV, 402). По ее словам, «подсчет, основанный на приблизительном измерении, т. е. пользующийся приближенными значениями», был для ученых XIV в. неприемлемым нарушением научной строгости. Я не думаю, чтобы подобный девиз «aut Caesar, aut nihil» был действительно характерен для них и что в этом именно следует искать действительную причину оторванности «калькуляций» от эксперимента. Ведь Орем в цитируемом А. Майер трактате «О несоизмеримости небесных движений» по существу наметил программу того, как можно было бы индуктивно подойти к решению вопроса о несоизмеримости движений с известной степенью вероятности, исходя из наблюдения «феноменов», т. е. видимых небесных движений. Иначе говоря, он вовсе не отвергал «с порога» подобные наблюдения. Нельзя не привести следующие строки из упомянутого (до сих пор неизданного) трактата: «Астроному достаточно, если конъюнкция происходит в таком-то градусе или такой-то минуте или секунде и т. д., хотя бы он и не знал, в какой именно точке этой минуты; иначе говоря, достаточно, если ошибка его не улавливается глазом при помощи какого-нибудь инструмента»³.

Нельзя согласиться и с одним упреком по адресу того же Орема. В его геометрических построениях, как известно, ординатам соответствуют изменяющиеся скорости, а площадь фигуры — тому, что он называл *velocitas totalis*. А. Майер упрекает Орема в том, что он якобы вслед за тем незаметно производил подмену и вместо «тотальной скорости» начинал говорить о пройденном пути (III, стр. 341). На самом же деле Орем отдавал себе полный отчет в том, что он делал, исходя из представления о пропорциональности

т и между *velocitas totalis* и проходимым путем. Нельзя поэтому согласиться с формулировкой автора, в которых он приписывает Орему отождествление обоих понятий (III, стр. 339, 341; IV, стр. 353).

В отношении трактата Николая Орема «De configurationibus intensionum» можно было бы предложить на основании текста парижской рукописи (B. N., lat. 14580) некоторые более совершенные чтения отдельных мест. Так, на стр. 96 второй книги Майер, строка 14 снизу: *in subiecto informato* вместо *informatae*; там же, строка 7 снизу: *aliquid* вместо *ad*; стр. 297 третьей книги, строка 10 снизу: *similes* вместо *in altitudine* вместо *similes*; там же, строка 4 снизу: *poterit* вместо *potuit*; стр. 316, строка 1 снизу: *quo* вместо *qua*; стр. 317, строка 5 снизу: *similiter* вместо *simpliciter*; стр. 339, строка 11 снизу: *alicuius temporis* вместо *illius temporis*.

Следует также исправить ошибку, вкрадшуюся при цитировании текста Николая Бопета (I, стр. 177): платоникам приписывается мнение, что континуум состоит из бесконечного числа точек. Между тем, в венецианском издании 1505 г., на которое ссылается Майер, несколько раз (листы 79 об. и 80 об.) утверждается, что, согласно платоникам, континуум состоит из конечного числа частей. Ср. 80 об.: «... secundum platonicos qui ponunt quod continuum est constitutum ex partibus finitis, non infinitis, ut linea ex punctis numero finitis» («... согласно платоникам, которые полагают, что континуум состоит из конечного, не бесконечного числа частей, как, например, линия из конечного числа точек»).

Небесполезно для читателей книг А. Майер указать в заключение на неправильную интерпретацию ею (I, стр. 88) двух теорий, критикуемых в трактате Фомы Брэдвардина «О пропорциях». Первой теории соответствует равенство $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1 - r_1}{m_2 - r_2}$, а не $\frac{v_1}{v_2} = (m_1 - r_1) - (m_2 - r_2)$, как утверждает Майер; второй — $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1 - r_1}{r_1} : \frac{m_2 - r_2}{r_2}$, а не $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1 - r_1}{m_2 - r_2}$, где v_1 и v_2 — скорости, m_1 и m_2 — движущие силы, r_1 и r_2 — сопротивления. На это обстоятельство указал Л. Кросби в своем новом издании трактата Брэдвардина⁴.

В небольшой рецензии мы, разумеется, не в состоянии резюмировать содержание тех текстов, которые впервые стали до-

⁴ Thomas of Bradwardine. His Tractatus de proportionibus, its significance for the development of mathematical physics. Ed. and transl. by H. Laman Crosby, Jr. Madison, The University of Wisconsin Press, 1955. Сама Майер внесла соответствующую поправку в книгу «Zwischen Philosophie und Mechanik» (стр. 242).

ступными благодаря работам А. Майер. Достаточно отметить, что к ним не раз будут обращаться все те, кто углубленно

занимаются проблемой формирования новых естественнонаучных идей в Западной Европе.

В. П. Zubov

CARL B. BOYER. *History of Analytic Geometry. Published by Scripta Mathematica*, New York, 1956, 291 p.

КАРЛ БОЙЕР. *История аналитической геометрии*. Нью-Йорк, 1956, 291 стр.

«История аналитической геометрии» К. Бойера представляет собой обстоятельное изложение истории аналитико-геометрических методов от глубокой древности до «золотого века» аналитической геометрии, как автор называет XIX век. Элементы аналитической геометрии автор находит уже в факте сопоставления чисел и геометрических фигур у древних египтян и вавилонян. Далее рассматриваются зачатки аналитико-геометрических методов у древних греков. Здесь отмечаются решения делийской задачи об удвоении куба Архимедом при помощи пересечения конуса, цилиндра и тора, в современных обозначениях $b^2(x^2 + y^2 + z^2) = a^2x^2$, $x^2 + y^2 = ax$, $x^2 + y^2 + z^2 = a\sqrt{x^2 + y^2}$, и Менехмом при помощи пересечения парабол $x^2 = ay$ и $y^2 = 2ax$ или одной из них с гиперболой $xy = 2a$, где по существу используются координаты точек пересечения поверхностей или линий. Отмечаются также новые линии, открытые древними греками (квадратриса Гинния и т. д.). Геометрии древних посвящена I глава книги. Во II главе прежде всего рассмотрены работы Архимеда, в которых изучаются сферонды и коноиды, решаются кубические уравнения при помощи конических сечений и определяются спирали методом, равносильным заданию их уравнений в полярных координатах. Более подробно рассмотрено применение методов аналитической геометрии в «Конических сечениях» Аполлония, где систематически применяются косовугольные координаты, специальным образом связанные с коническим сечением (большей частью в качестве координатных осей Аполлоний рассматривал один из диаметров конического сечения и касательную в одном из его концов); роль уравнений у Аполлония играли словесно выражаемые «симптомы» конических сечений. Большое внимание К. Бойер уделяет позднее Александрийскому математику Паппу, оказавшему значительное влияние на развитие аналитической геометрии. В III главе, посвященной средним векам, кратко упоминаются работы Ибн ал-Хайсама и Хайяма, в которых развиваются дальше аналитико-геометрические методы Архимеда и Аполлония и более подробно говорится о первоначальном применении координат в Западной Европе, особенно в теории «широт форм» Орема. В IV главе рассматриваются работы непосредственных предшественников Ферма и Декарта, выступавших под лозунгом возрождения математи-

ки Аполлония. К этим работам, в частности, относятся «Галльский Аполлоний» Виета, «Батавский Аполлоний» Снелля и «Воскрешенный Аполлоний» Гетальди; подробнее других анализируется сочинение Виета. V глава посвящена открытию аналитической геометрии Ферма и Декарта. В VI главе рассматривается развитие аналитической геометрии в «эпоху комментаторов», непосредственно подводящее к открытию дифференциального и интегрального исчисления, главным образом работы Ла Ира и Валлиса. В VII главе речь идет о развитии аналитической геометрии от Ньютона до Эйлера: о геометрических работах Ньютона, о распространении аналитической геометрии на пространство Парамон и особенно Клеро в «Исследованиях о кривых двойной кривизны». Подробно рассматривается изложение аналитической геометрии на плоскости и в пространстве во II томе «Введения в анализ бесконечных» Эйлера, значение которого для развития аналитической геометрии сравнивается со значением «Начал» Эвклида для развития элементарной геометрии. Автор специально останавливается на преобразовании координат, впервые данным Эйлером в современном виде и на общей теории линий и поверхностей второго порядка, также впервые изложенной Эйлером при помощи преобразований координат, что позволило ему впервые выделить все виды невырожденных поверхностей второго порядка. В VIII главе рассматривается развитие аналитической геометрии в конце XVIII в., в особенности работы Лагранжа и Монжа. Здесь же указывается, что нормальная форма уравнений прямой и плоскости, обычно приписываемая Гессе, была впервые введена в 1809 г. Люилье. Последняя, IX глава посвящена «золотому веку» аналитической геометрии. В частности, здесь отмечаются «Опыт аналитического выражения кривых независимо от их положения на плоскости» Жергона, где впервые вводятся натуральные уравнения кривых; «Геометрия положения» Карно, где впервые применен ряд новых координатных систем; «Лекции об исчислении» Коши, где впервые рассматриваются параметрические уравнения линий в пространстве и канонические уравнения прямых линий в пространстве, строится теория прямолинейных образующих поверхностей второго порядка; «Баричесентрическое исчисление» Мебиуса; книги Пюккера «Аналитико-геометрические исследования»,

³ «Sufficit tamen astronomo quod coniunctio sit in tali gradu vel tali minuto vel secundo etc., licet ignoret in quo puncto illius minuti; aut sufficit quod error eius non deprehendatur per visum cum aliquo instrumento» (Цитирую по списку Парижской национальной библиотеки. Paris, B. N. ms. lat., 7281, fol. 265 verso).

«Система аналитической геометрии», «Теория алгебраических кривых», «Система геометрии пространства», «Новая геометрия пространства», основанная на рассмотрении в качестве элемента пространства прямой линии». В конце говорится о работах Грассмана и Кэли, которые ввели многомерную аналитическую геометрию.

Книга К. Бойера дает весьма полное изложение вопроса о происхождении и развитии идеи координат. В этом отношении мы заметили только одну неточность: на стр. 203 утверждается, что тот факт, что коэффициенты преобразования прямоугольных координат в пространстве удовлетворяют условиям, называемым в настоящее время условиями ортогональности, был открыт в 1773 г. Лагранжем. На самом деле этот факт был открыт в 1770 г. Эйлером, который в работе «Алгебраическая задача о совершенно замечательных свойствах» («Новые комментарии СПб. Академии наук за 1770 г.», СПб., 1771) рассматривает матрицы третьего порядка («квадраты»), элементы которых удовлетворяют условиям ортогональности, и показывает, что эти элементы совпадают с коэффициентами преобразования прямоугольных координат в пространстве, выраженными им ранее при помощи «эйлеровых углов» (во II томе «Введения в анализ», 1748); там же Эйлер выражает элементы ортогональных матриц через четыре параметра p, q, r, s , связанные условием $p^2 + q^2 + r^2 + s^2 = 1$, по существу совпадающие с координатами кватерниона π , определяющего вращение в пространстве векторных кватернионов $\xi = xi + yj + zk$ по формуле $\xi' = -\pi(\xi)\pi$.

Подробно рассматривая историю идеи координат, автор почти совершенно не коснулся истории некоторых проблем, тесно с ней связанных. Прежде всего это относится к применению движения к геометрии, так как координаты Декарта — это прежде всего переменные величины. Именно в этой форме в математику, по выражению Энгельса, «вошли движение и диалектика». Говоря о математике древних греков, в этой связи следовало бы упомянуть о теоремах Фалеса о равенствах углов, отрезков и других геометрических фигур, которые при тогдашнем состоянии науки можно было доказать только при помощи движения или наложения. Движение играло существенную роль и у пифагорейцев, рассматривавших линии как следы движущихся точек, но впоследствии против применения движения в геометрии с различных точек зрения выступили Платон и Аристотель. Упомянув Ибн ал-Хайсама и Хайяма, автор не указывает на различные их точки зрения в вопросе о применении движения в геометрии. С идеей координат было тесно связано также расширение понятия числа до вещественного числа, так как координаты Декарта по существу — вещественные числа (сам Декарт считал свои координаты отрезками, но определял все арифметические действия над отрезками и обращался с ними, как с числами). В истории этой идеи важнейшую роль сыграли исследования Хайяма и его последователя Насир-ад-дина ат-Туси.

Эти примеры показывают, что вклад ученых средневекового Востока в разработку аналитической геометрии значительно шире, чем это показано в III главе рецензируемой книги. Говоря об истории тесно связанного с идеями аналитической геометрии понятия функциональной зависимости, следовало бы указать еще на роль в развитии этой идеи тригонометрической части «Канона Мас'уда» ал-Буруни, где выдвигаются идеи произвольной функции и даны правила интерполирования достаточно широкого класса функций.

Совершенно игнорируется в рецензируемой книге весьма важная часть аналитической геометрии — теория геометрических преобразований, являющаяся, в частности, важнейшей составной частью аналитической геометрии Эйлера. Эта теория также возникла в классической древности, когда Аполлоний рассматривал такие геометрические преобразования, как гомотетия и инверсия и их комбинации с движениями, а Папп добавил проективные преобразования; однако широкое развитие она получила только после открытия координатного метода, когда возникло понятие о «кривых одного вида» (переводимых друг в друга аффинным преобразованием) и о «кривых одного рода» (переводимых друг в друга проективным преобразованием). Аффинные преобразования довольно подробно изучались Клеро и Эйлером, последнему принадлежит термин «аффинный». Изучая симметрии алгебраических кривых, Эйлер во «Введении в анализ» по существу дает полную классификацию движений на плоскости. В работах по механике он подробно изучает вращения в пространстве, а в работах по гидродинамике рассматривает произвольные конформные преобразования плоскости, при которых вещественная ось переходит в себя, и показывает, что эти преобразования выражаются при помощи функций комплексного переменного, представляемых степенными рядами с вещественными коэффициентами; эти преобразования впоследствии широко применялись Эйлером в картографии. «Золотой век» аналитической геометрии был золотым веком и теории геометрических преобразований — к первой половине этого века относятся классические исследования Понселе, Шалля и Мебиуса, а во второй половине XIX в., под влиянием революции в геометрии, совершенной Лобачевским, появилась «Эрлангенская программа» Клейна и теория непрерывных групп преобразований Софуса Ли. С теорией геометрических преобразований тесно связаны и совершенно не отраженные в рецензируемой книге современные методы аналитической геометрии, основанные на применении векторов и линейных операторов (матриц), первые из которых представляют параллельные переносы, а вторые — центроаффинные преобразования (аффинные преобразования, оставляющие неподвижной одну точку) в пространстве.

Б. А. Розенфельд

J.-M. Millás Vallicrosa. *Estudios sobre historia de la ciencia española*. Barcelona, 1949, 500 p.

ХОСЕ М. Миллас Валикросса. *Очерки по истории испанской науки*. Барселона, 1949, 500 стр.

Написанная виднейшим испанским историком естествознания Милласом, профессором Барселонского университета и членом Академии, книга представляет большой интерес для советских историков науки. Она охватывает главным образом X и XI вв. — период наивысшего расцвета арабоязычной испано-мавританской науки, центром которой была Кордова, столица халифата Омеядов. Как указывает в предисловии автор, основной вывод, который следует из анализа этой истории, — дружественное сотрудничество ученых разных языков и рас во имя научных совершенств человеческого общества.

В первой главе «Восток и Запад в истории науки» автор исправляет широко распространенные взгляды о якобы исключительно западном происхождении науки, о так называемом «греческом чуде». Он показывает роль Вавилона и Египта в развитии математики, астрономии и медицины, многоплеменный характер александрийской науки; подчеркивает значение сирийцев, евреев и арабов как наследников и продолжателей естествознания древности, развитие техники арабами; вскрывает синтетические тенденции испано-мавританской науки, ее связи с философией.

Вторая глава «Характерные черты испано-арабской науки» объясняет причины позднего появления науки в Андалузии, разбирает направления отдельных, последовательно возникших научных школ математики и астрономии, ботаники и фармакологии. Описано развитие технических и научных приборов.

Следующие 16 глав посвящены детальному анализу отдельных конкретных явлений в истории испано-мавританской науки. Рассматриваются: влияние римской культуры в эпоху монастыря Санта-Мария де Риполя, введение в Европе квадрата с вращающейся линейкой; астрономические знания в конце X и в начале XI в.; труды Азаркии и Толедские астрономические таблицы; «Книга агрикультуры» Ибн Вафида и ее влияние на земледелие эпохи Возрождения; вклад в астрономию, принадлежащий Педро Альфонсо; энциклопедический труд раби Абрагама бар Хийи;

астрономическое сочинение Иоанна Авендаута Испанского; господство астрономических трудов Абрагама ибн Эзра в латинской Европе; работы переводчиков при дворе Альфонса Завоевателя; «Новая геометрия» Раймона Луллия; каталонские и португальские альманахи XIV в., более раннего арабского происхождения; «Астрономическая книга» дона Энрика де Вилены; критика Аристотеля Хасдаем Крескасом; медицинские труды Толедской семьи де Кастров; работы космографа Хаме Феррера де Бланеса. Все это монографические работы, частично уже печатавшиеся в международных журналах «Изис» и «Озирис» и в испанских «Пиренеи», «Андалузия», «Сифарад» и «Обзоры испанской филологии». Главы иллюстрированы 16 снимками оригинальных документов и сопровождаются богатым именным указателем.

Весьма желательно, чтобы эта ценная книга вышла в русском переводе и советские историки науки ознакомились с малоизвестным им материалом. Пользуясь случаем, заметим, что нужно, наконец, организовать в Издательстве иностранной литературы специальную редакцию по истории естествознания и техники, поскольку изданием переводов литературы этой области знания сейчас не занимаются в Издательстве ни редакция общей истории, ни редакция философии, ни редакция отдельных естественных и технических дисциплин.

При издании перевода книги Милласа потребуются, естественно, снабдить ее комментарием, подчеркнув социально-экономические моменты, по тем или другим причинам упущенные автором. Но комментарий потребует небольшой, так как книга написана в целом с прогрессивных позиций. Отмечая этот отрядный факт, заметим для курьеза, что самая последняя страница этой книги, изданной исторической секцией Института философии имени Луиса Вивеса, заканчивается словами «закончена печать 2 июля 1949 г., в день Богоявления. Слава Богу». Таковы уж нравы франкистской Испании.

Э. Кольман

Saggi di naturali esperienze fatte nell'Accademia del Cimento e strumenti e suppellettili della medesima Accademia conservati presso il Museo di storia della scienza di Firenze. Pisa, 1957, 371 p.

Естественнонаучные эксперименты, произведенные в Академии опытов. Приборы и утварь той же Академии, хранящиеся в Музее истории науки во Флоренции. Пиза, 1957, 371 стр.

К 300-летней годовщине со дня первого заседания флорентийской Академии опытов (19 июня 1657) «Дом Галилея» (Domus Galileana) в Пизе совместно с Музеем истории науки во Флоренции подготовили факсимильное воспроизведение 1-го издания «Трудов» Академии, просуществовавшей, как известно, десять лет до 1667 г. Этому прекрасно оформленному изданию, дающему полную иллюзию подлинника, предпослано краткое предисловие директора «Дома Галилея» Джованни Польвани. Большой интерес представляет также вторая часть тома — иллюстрированное описание

приборов и различных предметов (стеклянная посуда), сохранившихся до нашего времени. Описание составлено хранительницей флорентийского Музея Марией-Луизой Бонелли. Оно включает как приборы, сконструированные в самой Академии опытов, так и доставшиеся этой Академии по наследству от ее предшественницы — той, которая была основана герцогом тосканским Фердинандом II пятнадцатью годами ранее.

В. П. Zubov

D. J. STRUIK. *Het land van Stevin et Huygens*. Amsterdam, 1958, 148 s.

Дирк Стройк. *Страна Стевина и Гюйгенса*. Амстердам, 1958, 148 стр.

Автор рецензируемой книги профессор Массачусетского технологического института является выдающимся математиком, а также историком математики, твердо стоящим на почве марксизма. Он написал «Краткую историю математики», а также историю науки и техники в Новой Англии. На русском языке имеется его «История дифференциальной геометрии». Дирк Стройк много лет состоял членом редакции прогрессивного американского журнала «Наука и общество» и активно пропагандировал дружбу с Советским Союзом. За «антиамериканскую» деятельность он был в течение пяти лет отстранен от преподавания.

Рецензируемая книга посвящена истории науки в Голландии во время так называемого ее «золотого века» (1580—1700). Высокий уровень развития науки в Голландии того времени автор объясняет тем, что Голландия ранее других избавилась от феодального строя, когда торговые пути перешли из Средиземного моря в открытый океан и стали предприниматься плавания и колониальные походы в Индию и Америку. Кроме того, жестокая католическая реакция способствовала притоку из южных Нидерландов в молодую республику трудолюбивого населения, преследованного в Испании.

Кратко охарактеризовав состояние науки конца Средневековья, автор указывает, что первоначально нидерландская наука возникла на юге страны. Он отмечает переводы греческих классиков. К 1543 г. относится книга Андрея ван Везеля (Везалий) «De fabrica corporis humani», с появлением которой началась история новой медицины. В связи с необходимостью пе-

ресмотра «Географии» Птолемея в свете новых открытий появляется нидерландская картография.

Гергард Кремер (Меркатор) был автором известной проекции и создателем первого атласа.

Кровавая контрреформация герцога Альбы вызвала бегство из Бельгии ученых. В это время уехал Симон Стевин. Его творчеством начинается первый период развития математических наук в Голландии, характерный тем, что основную роль играли не профессиональные ученые, а непосредственно связанные с техникой мастера. Стевин является главой голландской математической школы. Он принципиально писал на голландском языке и создал всю современную голландскую математическую терминологию. В 1585 г. выходит его «Десятина» («De Thiende»), в которой дается теория десятичных дробей и предлагается также новая десятичная система мер, осуществленная только в эпоху французской революции. Другие работы Стевина относятся к механике («Beghinselen der Weegconst» («Основы статики») и «Beghinselen des Waterwichts» («Основы гидростатики»). Стевину принадлежат первые опыты, опровергающие механику Аристотеля. Он был военным советником принца Морица Оранского, уделявшего большое внимание военной технике и создавшего первую регулярную армию. К этому времени относятся работы Стевина по фортификации и связанной с ней (как позднее в эпоху Монжа) перспективе. Относящиеся ко времени работы Стевина у Морица математические сочинения (два тома «Wisconstige Gedachtenissen») были изданы после смерти великого математика в 1629 г. его уче-

ником Альбертом Жираром, которому принадлежит первая формулировка теоремы о числе корней уравнения. В космографии Стевин стоял на стороне Коперника, из-за чего у него были столкновения с профессорами Гронингского университета.

В связи с развитием геодезии потребовалось более точное определение величины числа π . Военный инженер Морица бургомистр Алькмара Адриан Антонисзон дал известное уже китайцам отношение $\pi = \frac{355}{113}$, а в 1596 г. Лудольф фон-Цейлен (тоже сотрудник Морица) вычислил π с 20 знаками и периметр правильного многоугольника с 35 512 254 720 сторонами (позднее им было получено значение π с 35 знаками).

Ведущая роль Голландии проявляется также и в мореплавании. В 1585 г. выходит первый морской атлас «Зерцало мореплавания» («Spiegel der Zeevaart») Вагенара. Научное руководство экспедициями в американскую и азиатскую Индию осуществлялось Петром Платефутом, который издал карты Западной Африки и Индийского Архипелага. Он придерживался теории, что долготу в море можно определять при помощи склонения магнитной стрелки. Критика этой теории вызвала появление в свет первой работы по физике нового времени — «De Magnete» Вильяма Гильберта (1600).

Труды по картографии территории Нидерландов привели к улучшению методов расчета и инструментов. В 1613 г. профессором математики в Лейденском университете стал Виллеброрд Снелл ван Ройен. Он был первым лейденским профессором, производившим естественнонаучные опыты (в частности, он открыл закон преломления света; посвященное этому вопросу сочинение было утеряно, и об открытии мы знаем только из свидетельств читавших рукописи современников Гюйгенса). Ему принадлежит первая триангуляция от Алькмара до Берген-оп-Зома. Теории мореплавания было посвящено произведение Снелля «Tijds Batavus» (1624), в котором было дано исследование установленной еще Меркатором локодромы (кривой, пересекающей все меридианы под одним и тем же углом).

Если в течение первого периода «золотого века» ведущая роль в развитии голландской науки принадлежала мастерам-техникам, то в дальнейшем, примерно в эпоху тридцатилетней войны (1618—1648), к науке приобщились и высшие классы голландского общества. Прежде всего следует назвать два правящих дома: Оранский, к которому принадлежал основатель голландской инженерной школы принц Мориц, а затем Пфальцский — семья изгнанного из Чехии курфюрста Фридриха.

Во второй половине XVII в. в развитии науки принимали участие землевла-

дельческая и торговая аристократия. Сторонниками Оранского дома были Константин Гюйгенс и его сын Христиан. Их политическими противниками были руководители торгового класса — Корнелий и Ян де Витты, которые в течение двадцати лет (1650—1672) фактически управляли республикой. Полученные от колониальной эксплуатации колоссальные средства пошли не только на увеличение роскоши господствующих классов: много средств было затрачено на развитие промышленности и инженерных сооружений, в частности, в это время разрабатывается теория гидротехнических сооружений. Интересно отметить имя одного из представителей торгового класса — Яна Легватера, выдвинувшего в 1641 г. проект осушения Зюдерзее, к осуществлению которого приступили только в 1852 г.

В это же время зародилась и новая наука, основателем которой, наряду с Галилеем и Бэконом, был в Голландии Декарт. Именно в Голландии картезианство имело своих наиболее замечательных представителей. Среди людей, близких к Декарту, следует назвать миддельбургского врача Исаака Беекмана, с которым Декарт познакомился в 1617 г. во время своего первого пребывания в Голландии. Уже в 1618 г. Беекман производил опыты над падением тяжелых тел и пришел к тем же выводам, что и Галилей. Среди друзей Декарта — два Франца ван Схотена, отец и сын, математики. В числе учеников младшего из них были Ян де Витт и Христиан Гюйгенс. Ян де Витт разрабатывал методами Декарта теорию плоских кривых. Он же был пионером в деле страхования жизни; в 1671 г. выпило его сочинение «Стоимость пожизненной ренты».

Высшей точки наука «золотого века» достигла в творчестве Христиана Гюйгенса (1629—1695). Он был сыном Константина Гюйгенса, гаагского патриция и друга Декарта. Свою научную деятельность Христиан Гюйгенс начал работами по квадратуре круга. В 1657 г. после путешествия по Франции он выпустил сочинение «О расчетах в азартных играх», оставившее вплоть до работ Якова Бернулли руководством по теории вероятностей. В связи с этим следует отказаться от довольно распространенной среди историков математики легенды о том, что возникновение теории вероятностей было связано с разрешением задач, встававших перед игроками. Достаточно упомянуть работы Яна де Витта и Гудда, чтобы убедиться, что эта новая отрасль математики обслуживала не только любителей азартных игр. Трудом Гюйгенса присущи черты, общие работам всех ведущих математиков и философов XVII в. Для творчества этих ученых характерна тесная связь теории с практикой, овладение математической и инструментальной техникой и понимание основных существенных черт предмета. Гюйгенс много занимался усовершен-

ствованием телескопов; изготовленные им астрономические приборы, при помощи которых он открыл самый большой спутник Сатурна и его кольцо, долгое время считались лучшими в Европе. Для решения стоявшей перед ним важнейшей задачи — выработать надежные методы определения долготы — нужно было создать точные часы. Гюйгенсу принадлежит конструкция употребляющихся и в настоящее время часов с маятником и спиральной пружиной. Он установил изохронность колебаний циклоидального маятника. В своих работах по механике ученый пользовался впервые ясно сформулированным им законом сохранения механической энергии, как мы называли бы его в настоящее время. В области механики работы Гюйгенса относятся к вопросам теории удара, центробежной силы и физического маятника. Несмотря на то, что Гюйгенс обладал знанием двух первых законов механики Ньютона (второй закон Ньютона, выражающий связь между силой и ускорением был открыт также и Гюйгенсом), ему все же не удалось создать вполне законченную систему механики, как это сделал Ньютон; одной из основных причин этого была необычайная требовательность Гюйгенса к своим произведениям, требовательность, которая привела к тому, что теория удара, сочинение о центробежной силе и оптика Гюйгенса были напечатаны только после его смерти. По отношению к Декарту Гюйгенс занимал приблизительно такое же положение, как Кеплер по отношению к Копернику; Гюйгенс был не только продолжателем Декарта, но и исправлял и улучшал картезианскую механику. По представлениям Гюйгенса, материя обладает не только протяженностью, как у Декарта, но также твердостью и атомистическим строением. Гюйгенс был противником ньютоновского действия на расстоянии; если Ньютона мы по праву называем творцом классической механики, то Гюйгенс с его волновой теорией света является подлинным создателем физической оптики.

Творчеством Гюйгенса кончается второй период развития науки «золотого века». Затем начинается, по мнению автора, третий период, когда в лице Левенгука и Сваммердама на сцену опять выступают представители средних классов общества. С такой постановкой вопроса трудно согласиться в полной мере: если наука о живой природе получила большое развитие в последней четверти XVII в., то она не обязана этой эпохе своим появлением, так как при помощи материала, приводимого самим же автором, нетрудно убедиться, что развитие этой отрасли науки уходит своими корнями в значительно более раннюю эпоху. К первой половине XVI в. относится деятельность Везалия.

Хорошие врачи в северных Нидерландах существовали еще в испанское время: достаточно назвать имя гронингенца Фоль-

кера Койтера (род. в 1534 г.), работавшего в Падуе у знаменитого Фаллопия, затем алькмарского врача Питера ван Форреста (вторая половина XVI в.). В биологии учеником Декарта был Генрик Ле Руа (Regius), ректор латинской школы в Нордене. В 1646 г. он защищал учение Гарвея о кровообращении и в трактате «*Fundamenta physica*» пытался преодолеть картезианское учение о дуализме тела и души, за что Декарт назвал его отступником. Будучи ярко выраженным материалистом, Ле Руа неоднократно подвергался преследованиям.

Другой ученик Декарта, Франсуа де ла Боз (Франциск Сильвий), был профессором в Лейдене с 1658 г. до своей смерти, в 1672 г. Он первый обратил внимание на химические процессы в живом теле и в своих лекциях пропагандировал идеи Ван-Гельмонта и Парацельза. Франсуа де ла Боз был очень хорошим преподавателем, у которого учились четыре выдающихся голландских биологов второй половины XVII в. Одним из них был Рейнбер де Грааф (Graaf), открывший в матке млекопитающего пузырьки (так называемые графовы пузырьки), которые он принял за яйца млекопитающих; другим — врач, ботаник и зоолог Фредерик Рюйш (Ruysch), профессор ботаники и анатомии в Амстердаме, знаменитый своими анатомическими коллекциями, которые в 1717 г. приобрел Петр I для петербургской Кунсткамеры.

Сложный микроскоп был изобретен в начале XVII в., но только в последней четверти этого века он более широко вошел в практику. Голландские микроскописты — ученик Сильвия Сваммердам и особенно прославленный Антони Левенгук — положили начало глубоким исследованиям по микроскопии; успеху их способствовало то обстоятельство, что они пользовались сильными короткофокусными одиночными линзами, превосходившими по качеству и деталям даваемых ими изображений сложные микроскопы того времени. Ян Сваммердам (1637—1680) посвятил свою жизнь микроскопическому исследованию анатомии насекомых и некоторых других беспозвоночных животных. Но наиболее прославленным биологом этой эпохи был Левенгук (1632—1723), который, однако, не имел систематического образования и был знаменит своими микроскопическими исследованиями, осуществляемыми при помощи сконструированных им превосходных микроскопов (луп), дававших увеличение в 200—300 раз. Левенгук открыл мир микроорганизмов (в частности инфузорий), изучил микроскопическое строение многих органов и тканей, открыл сперматозоиды человека и животных, кровообращение в капиллярах и многое другое. Левенгук является подлинным основателем научной микроскопии.

Все сказанное выше дает основание утверждать, что рассматриваемая книга является очень ценным вкладом в общую ис-

торию науки. Следует отметить, что труды, посвященные истории голландской науки, в литературе имеются очень мало. Впрочем, это можно сказать об истории науки в отдельных странах вообще. Данная работа имеет большое методологическое значение, так как ее автор стоит на марксистских позициях.

Само изложение вызывает очень мало замечаний. Тем не менее деление «золотого века» на три периода справедливо только в отношении физико-математических наук. Кроме того, желательнее было бы более детально выписать социально-политические основы так называемого бургуиндского возрождения XV в. Из мелочей следует отметить непереводный перевод заглавия книги Коперника «*Over de omwentelingen*

der hemellichamen» («*De Revolutionibus orbium celestium*») («О вращениях небесных тел» (вместо правильного «сфер»), а также приписывание Копернику гипотезы о двух вращениях Земли вместо имеющегося у него представления о трех: одно вращение вокруг оси (суточное) и пара вращений с годичным периодом, эквивалентная круговому поступательному движению вокруг Солнца (стр. 34). Точно так же (на стр. 82) автор два раза дает Бэкону прозвище Verulanus вместо правильного Verulamius. Однако указанные мелкие недочеты несколько не снижают в целом очень хорошего впечатления от этой книги, являющейся интересным историко-научным исследованием.

И. Н. Веселовский

«ОЧЕРКИ ПО ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ», вып. 6 и 7, 1958

В 1958 г. вышли в свет 6-й и 7-й выпуски «Очерков по истории геологических знаний».

В печати неоднократно подчеркивалось значение «Очерков» как наиболее полных публикаций статей по истории геологии. Поэтому мы посвятили наш обзор лишь краткому критическому разбору отдельных статей и общей оценке сборников.

Следует отметить, что большинство статей обоих выпусков посвящено советскому периоду. Этот факт является весьма положительным, так как в предыдущих выпусках такие статьи являлись лишь исключением. Второй положительной чертой обоих сборников является то, что большая часть статей посвящена крупным, обобщающим проблемам или истории отдельных геологических дисциплин.

Шестой выпуск открывается большой статьей Н. И. Николаева «История развития основных представлений в геоморфологии». Сама постановка проблемы очень важна для современной науки, так как до сих пор вопрос о месте геоморфологии среди геологических и географических наук остается спорным. Вместе с тем, как правильно отмечает сам автор, «не зная прошлого, трудно понять смысл существующих концепций». По мнению Н. И. Николаева, геоморфология является ветвью геологической науки. На основании этого своего основного положения автор рассматривает развитие геоморфологии в связи с различными геотектоническими гипотезами. Статья снабжена интересными иллюстрациями. Большой интерес представляет сводная таблица геоморфологических терминов, употребляемых в различных странах. Подобный полный обзор развития геоморфологии встречается впервые в нашей литературе. Однако при всех ее достоинствах статья не лишена недостатков. Основным недостатком статьи является то, что развитие геоморфологических представлений освещается отдельно в нашей стране и за рубежом. Статья как бы состоит из двух частей, в одной

из которых рассматривается развитие зарубежной науки со времен античности до наших дней, в другой, — совершенно изолированно, работы русских ученых в дореволюционный период. Такая постановка вопроса искусственна и в корне неправильна. Русская наука развивалась не оторванно, а в связи с мировой наукой; и именно так следует рассматривать ее развитие. Только тогда будут ясны достижения и прогрессивность взглядов русских ученых. Иначе утверждения автора о том, что «русские ученые сделали большой вклад в геоморфологию» (стр. 87) звучат декларативно и необоснованно. непонятно также, почему автор статьи довел изложение истории зарубежных исследований до современности, а в отношении нашей страны ограничился лишь дореволюционным периодом. Было бы чрезвычайно интересно проследить развитие геоморфологии в СССР и сравнить достижения советских ученых с работами зарубежных геоморфологов.

Вторым недостатком статьи является, по нашему мнению, тот факт, что развитие науки рассматривается по векам, а не по периодам ее развития. Наметка периодизации развития геоморфологии, правда, приведена в конце работы. Эту схему и следовало бы положить в основу статьи.

В заключение отметим, что указанные недостатки не снижают большой ценности статьи, которая будет полезна как специалистам-геоморфологам, так и историкам геологии.

Вторую часть сборника занимает большая статья М. С. Швецова «Материалы к истории развития науки об осадочных породах в СССР». Автор своеобразно построил свою статью: в первой и второй частях в хронологическом порядке излагаются работы по осадочным породам в дореволюционной России и в СССР, в третьей части рассказывается об основных направлениях в учении об осадочных породах, в четвертой — развитие науки разбирается применительно к изучению различных осадочных пород (глин, глауконитовых

пород, бокситов и т. п.). Наконец, в пятом разделе рассматривается развитие основных идей в учении об осадочных породах. Как замечает сам автор, при таком построении неизбежны повторения; но существу один и тот же вопрос освещается с различных точек зрения. Однако при обширности материала такое построение не вызывает возражений. Наоборот, именно таким образом вопрос получает наиболее полное освещение. Само появление этой статьи также очень своевременно, так как в молодой науке — петрографии осадочных пород — до сих пор еще имеется много спорных и неразрешенных проблем. Исторический обзор развития науки, несомненно, поможет их разрешению. Чрезвычайно жаль, однако, что автор совершенно опустил в своем изложении историю зарубежной науки. Между тем, как указывалось выше, именно на фоне развития зарубежной науки можно ярче показать достижения советских ученых.

Этими двумя статьями исчерпывается шестой выпуск «Очерков». К обоим статьям приложена обширная библиография.

Седьмой выпуск содержит несколько крупных статей. Первая — Д. С. Белякина и А. И. Цветкова «Исследования по экспериментальной петрографии» так же, как и статьи предыдущего выпуска, посвящена развитию отдельной отрасли науки. Экспериментальные исследования имеют большое значение для изучения свойств и генезиса горных пород и минералов, поэтому освещение истории этих исследований представляет большой интерес. Однако статья написана несколько сухо. Вероятно, вследствие обилия материала изложение нередко сводится к перечислению работ отдельных ученых. Кроме того, в статье не выявлена связь развития экспериментальной петрографии с запросами практики. Следовало бы показать, какими именно запросами народного хозяйства диктовалась постановка тех или иных экспериментальных исследований. Статья снабжена исчерпывающей библиографией.

Важный вопрос об истории геологических учреждений в СССР освещает в своей статье В. П. Нехорошев. Для историков геологии важно знать, какие геологические учреждения и в какой период

существовали и чем они занимались. Все эти сведения можно найти в статье, снабженной к тому же множеством интересных фотографий.

О развитии геологических наук в Грузии пишет И. Р. Кахадзе. К сожалению, статья также написана несколько сухо, и изложение развития науки нередко подменяется простым перечислением работ грузинских ученых. Однако в целом начинание И. Р. Кахадзе следует поддерживать, публикация очерков развития геологических наук в других союзных республиках представит несомненный интерес.

Интересную работу о начале применения палеонтологического метода в России опубликовал В. В. Тихомиров. Статья написана полно и исчерпывающе, на основе обильного, мало известного материала.

В разделе «Краткие сообщения» помещены две статьи: С. А. Боровика о применении спектрального анализа при микралагических исследованиях и Т. Н. Шадлуна о развитии минералогии в СССР.

В статье С. А. Боровика сообщается об исследованиях при помощи спектрального анализа различных элементов и подчеркивается значение этого метода для изучения руд и минералов. Однако эта статья страдает тем же недостатком, что и некоторые из отмеченных выше работ: развитие науки здесь не увязывается с практикой, с запросами жизни.

Выгодно отличается в этом отношении статья Т. Н. Шадлуна. Минералогия — молодая наука, развившаяся главным образом в советский период. Т. Н. Шадлун показывает развитие этой науки в связи с запросами практики в период первых пятилеток, во время Великой Отечественной войны, в послевоенный период. Исследования советских ученых сопоставляются с работами зарубежных исследователей (Бастин, Грейтон, Рамдор).

В заключение хочется отметить, что в целом оба выпуска «Очерков» так же, как и предыдущие, являются большим вкладом в литературу по истории геологических знаний. Можно лишь пожелать, чтобы и в дальнейшем эти сборники, оказывающие неоценимую помощь геологам и историкам геологии, выходили систематически.

И. В. Батюшкова

J. WARTNABY. *Seismology. A brief historical survey and a catalogue of exhibits in the seismology-section of the Science Museum.* London, 1957

ДЖ. ВАРТНАБИ. *Сейсмология. Краткий исторический очерк и каталог выставки сейсмологической секции Музея наук.* Лондон, 1957.

В Секции геофизики лондонского Музея науки имеется большое количество инструментов, диаграмм и фотографий, иллюстрирующих развитие сейсмологии. В целях популяризации выставки этих экспонатов в 1957 г. Д. Вартнаби была опубликована небольшая брошюра под

общим названием «Сейсмология». Книга состоит из двух частей. Первая часть посвящена краткому историческому обзору работ по отдельным вопросам сейсмологии: представлениям о причинах землетрясений, распространению землетрясений, конструкции сейсмографов, сейсмической раз-

ведке и т. п. Во второй части книги описаны экспонаты выставки.

Первую часть работы нельзя признать удачной. Безусловно, исторический обзор не претендует на полноту, написан очень схематично, и целью его, по-видимому, было дать лишь общее представление о самом предмете и истории сейсмологии. Но даже и в таком схематическом изложении необходимо было выделить главное, назвать важнейшие работы и основные направления в развитии сейсмологии. Вместо этого приводятся случайный подбор имен и фактов. Так, в изложении представлений о причинах землетрясений не названы имена М. В. Ломоносова, Э. Зюсса, Р. Хернса, А. П. Орлова, И. В. Мункетова и др. Русские ученые не упоминаются вовсе, за исключением Б. Б. Голицына, при описании сейсмографа его конструкции. Другие разделы брошюры написаны также неполно и отрывочно. Так, в разделе о географическом распространении землетрясений не названо имя Р. Монтессю де Баллора, много занимавшегося

этим вопросом; в разделе об интерпретации данных сейсмографов и о микросейсмических исследованиях не названо имя венгерского ученого Р. Ковеншпигети; в разделе о строении недр Земли не упоминается имя хорватского геофизика А. Мохоричича, открывшего поверхность раздела двух сред в глубинах Земли.

Значительно больший интерес представляет собой вторая часть работы, посвященная описанию экспонатов выставки. Каталог экспонатов приведен в хронологическом порядке создания этих приборов, причем на первом месте стоит описание китайского сейсмографа 132 г. н. э. О каждом приборе рассказано довольно подробно, и в конце каждого описания имеются указания на литературу, из которой оно взято. Всего описано 45 экспонатов, в число которых входят сейсмографы, сейсмические карты, диаграммы и т. п. Этот каталог может служить хорошим вспомогательным материалом для сейсмологов и лиц, занимающихся историей сейсмологии.

И. В. Батюшкова

БЕШКОВ АНАСТАС, ДИНЕВ ЛЮБОМИР. *История на географията и на географските открития.* Университетска литература. Държавно издателство «Наука и искусство». София, 1955, 256 стр.

А. БЕШКОВ, Л. ДИНЕВ. *История географии и географических открытий.* Гос. изд-во «Наука и искусство». София, 1955, 256 стр.

Некоторое время тому назад в Народной Республике Болгарии издана книга по истории географии, предназначенная в качестве учебного пособия для студентов-географов Софийского государственного университета и других учебных заведений, а также для учителей географии средних школ. Выход такого, хотя и довольно краткого, пособия является отрядным событием, так как подобных работ, к сожалению, имеется очень мало. И в Советском Союзе еще не написан капитальный учебник по истории географии, если не считать работ по истории географических открытий и исследований да весьма кратких учебных пособий по истории географии¹, в том числе и пособий, изданных в последние годы на армянском и грузинском языках.

Болгарский учебник по истории географии написан в основном по материалам научных исследований советских историков этой науки. Из 70 названий использованной литературы более 50 работ при-

надлежат русским авторам. Большая часть карт с маршрутами крупнейших экспедиций также взята из русских источников.

Авторы предприняли попытку изложить историю географии и географических открытий по основным эпохам социально-экономического развития общества, т. е. так, как это делали многие советские ученые, но такая периодизация истории мировой географии является, пожалуй, уже пройденным этапом. Исследования последних лет, хотя и показали, что эпохам первобытнообщинного, рабовладельческого, феодального, капиталистического и социалистического обществ соответствует определенный уровень развития географических знаний, однако периодизация истории географии, основанная на прямом совпадении с пятью эпохами общественно-экономического развития, является слишком общей и потому недостаточной.

Существенным недостатком рассматриваемого учебного пособия является отсутствие в нем введения, в котором надлежало рассмотреть особенности истории географии как науки. Приступая к изучению той или иной науки, весьма полезно дать ясное и точное определение данной науки, ее предмета и метода, т. е. определить круг вопросов, познанием которых она занимается, а также выяснить способы исследования, пользуясь которыми данная наука устанавливает истину. Разумеется, это до-

¹ См. кн.: И. М. Иванов. Введение в физическую географию. М.—Л., Учпедгиз РСФСР, 1948; Г. С. Тихомиров. История географии. Учебное пособие. М., Учпедгиз РСФСР и Изд-во Московского университета, 1949; И. П. Мандович. Очерки по истории географических открытий. М., Учпедгиз РСФСР, 1957.

вольню трудная задача, поскольку по данному вопросу еще не опубликовано более или менее полных исследований.

Несомненным шагом вперед по сравнению со многими работами зарубежных историков является то, что авторы уделяют внимание развитию географии в Китае и в России, подчеркивая выдающуюся роль географической деятельности великих путешественников, мореплавателей и исследователей этих стран. Правда, в тексте учебного пособия есть неоправданные пропуски многих довольно значительных событий китайской и русской географии, которые внесли существенный вклад в летопись всемирной географии. Так, например, совсем не упомянуто о семи мореплавателях в 1405—1431 гг. китайского флотоводца Чжэн Хэ, который доходил до берегов Африки (в результате был открыт великий азиатский морской путь из Желтого моря в Красное вокруг Южной Азии); не упомянуто также о таких русских исследователях, как Г. А. Сарычев (1763—1831), П. А. Чихачев (1808—1890), В. К. Арсеньев (1872—1930).

Бряд ли можно согласиться с мнением авторов о том, что в период победы капитализма (1789—1871) география окончательно стала наукой (стр. 134). По утверждению Ф. Энгельса, уже в XVIII в. «география была поднята на уровень науки определенными формами Земли и многочисленными путешествиями, которые лишь теперь стали предприниматься с пользой для науки»². Попутно заметим, что термин «окончательно» не подходит к становлению любой науки, ибо ни одна наука не может «окончательно» остановиться на достигнутом уровне.

Авторам рассматриваемого пособия трудно было избежать схематичности в изложении истории географии, особенно в современный период ее развития, которому следовало бы уделить больше внимания и места по сравнению с далеким прошлым этой науки. Развитию географии в условиях социализма уделяется лишь незначительная часть книги (23 стр. из 224, а из них истории географии Советского Союза — всего 17 стр.). Разумеется, в столь кратком изложении огромных достижений географической науки и географических исследований в странах социализма можно было лишь назвать наиболее значительные фак-

ты и сделать несколько замечаний общего характера.

Говоря об использовании советской географией достижений русской географии до 1917 г. (стр. 196), авторы ошибочно относят деятельность В. Л. Комарова (1869—1945), Л. С. Берга (1876—1950), В. А. Обручева (1863—1956) к дореволюционному времени, ибо на самом деле расцвет их творческой деятельности в большей мере относится к советскому периоду истории географии. Вместе с тем в книге имеются и другие фактические погрешности. Так, например, при упоминании имени русского географа Л. И. Мечникова по-разному пишутся его инициалы (стр. 175). Ошибочно указана дата мореплавания советского исследователя О. Ю. Шмидта на корабле «Сибиряков» Северным морским путем (стр. 198). К числу легко устраняемых недостатков относятся и отсутствие алфавитного указателя личных имен и географических названий, который значительно облегчил бы пользование книгой.

Весьма странным кажется замечание авторов болгарского учебного пособия о том, что «историю и состояние географии в Болгарии авторы не рассматривают в настоящем учебнике, так как этот вопрос в программе не предусмотрен» (стр. 213). В общем учебном курсе истории географии, читаемом в Болгарии, следовало бы уделить соответствующее время и место вопросам истории развития географических исследований и географии в Народной Республике Болгарии.

Изложение фактического материала, к сожалению, весьма редко сопровождается теоретическими обобщениями, что значительно обедняет это учебное пособие. Считаю уместным напомнить известное методологическое указание В. И. Ленина о том, что «... главная задача всякого руководства: дать основные понятия по изучаемому предмету и указать, в каком направлении следует изучать его подробнее и почему важно такое изучение»³. Кроме того, в любом учебном пособии по любому предмету необходимо обращать внимание тех, кому приходится изучать данную дисциплину, на значение соответствующей науки в общей системе научных знаний, тем более это необходимо делать для новых дисциплин, которые только начинают входить в круг учебных предметов высшей школы.

Г. С. Тихомиров

² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. т. I. М., Госполитиздат. 1955, стр. 599.

³ В. И. Ленин. Соч., т. 4. М., Госполитиздат, 1946, стр. 36—37.

BERN DIBNER. *Early Electrical Machines*. «Electrical Engineering», 1957, vol. 76, № 5, p. 367—369; № 6, p. 497—499; № 7, p. 592—594; № 8, p. 688—691; № 9, p. 795—798; № 10, p. 884—887;

БЕРН ДИБНЕР. *Ранние электрические машины*, 1957.

Работа американского историка электротехники Б. Дибнера «Ранние электрические машины» посвящена истории электростатики и охватывает период XVII—XVIII вв. Как явствует из контекста, она была выпущена в свет отдельным изданием и в журнале печатается в сокращенном виде. Работа состоит из шести связанных между собой очерков, посвященных отдельным ученым. Материал в очерках излагается в основном в хронологической последовательности. Следует отметить, что их содержание несколько не соответствует заголовку, т. к. в этих очерках освещается не только развитие электрических машин, но также и открытие лейденской банки и эксперименты с ней, исследование атмосферного электричества, развитие электроизмерительных приборов и т. д. В очерках излагается история науки об электричестве вообще.

Первый очерк, помещенный в № 5 журнала «Electrical Engineering», начинается с работ Гильберта. То немногое, что было сделано в области электричества до Гильберта, автор опускает. Характеристика трудов Гильберта в основном верна. Дибнер называет Гильберта «экспериментатором-иконоборцем», ученым, целиком посвятившим себя науке (dedicated scientist) (№ 5, стр. 367), и справедливо считает его родоначальником нового, экспериментального метода в науке. Он дает высокую оценку трактату Гильберта «О магните», который являлся «не только первой книгой, посвященной магнетизму или электричеству, но также первой книгой в Англии по экспериментальной физике» (№ 9, стр. 367).

Переходя далее к исследованиям Роберта Бойля, Дибнер отмечает, что круг деятельности этого ученого охватывал самые разнообразные области науки, включая химию, физиологию, медицину, пневматику, гидравлику и электричество. Автор кратко излагает результаты исследований Р. Бойля в области электричества. Приводится определение, данное Р. Бойлем электрическому притяжению, под которым он понимал «материальное испарение (effluvia), истекающее из электрического тела и возвращающееся к нему» (№ 5, стр. 369). Согласно этой теории, при натирании янтара нагревается и испускает некоторое подобие пара, который по прекращении натирания возвращается обратно и захватывает с собой легкие тела и частицы, попадающиеся ему на пути.

Кроме того, автор рассказывает еще о двух существовавших в то время теориях взаимодействия наэлектризованного тела с окружающими телами, а именно, теории Т. Брауна и К. Дигби и теории

Декарта, которые мало отличались от воззрения Бойля.

Вторая часть статьи Дибнера, опубликованная в июньском номере журнала, посвящена Герике и Гауксби. Автор пишет, что Герике выпала честь построить и публично продемонстрировать первую электрическую машину.

Далее описывается прообраз электрической машины трения, ее конструкция, технология изготовления серного шара, приводятся результаты экспериментов Герике с этой машиной. В частности, рассказывается, как он наблюдал электрические искры при разряде наэлектризованного серного шара и притяжение к шару легких предметов в момент его вращения. Исследователь провел некоторую аналогию между последним из этих явлений и притяжением тел к земле, что навело его на мысль об электрической природе силы земного тяготения в противовес Гильберту, который приписывал магнитные свойства действию гравитационной силы.

Затем автор утверждает, что Герике первым обнаружил явление электрической проводимости и индукции. Он пишет, что Герике наблюдал, как «электрический заряд распространяется по льняной нити, длиной в один ел¹ и больше, и что тела заряжаются, даже если их только поднести близко к заряженному шару» (№ 6, стр. 498). Резюмируя значение исследований Герике, автор отмечает, что современники очень мало внимания уделили его электрическим экспериментам, придавая гораздо большее значение изобретенному им воздушному насосу и опыту с «магдебургскими полушариями».

Далее Дибнер переходит к работам Ф. Гауксби. Описывает его электрическую машину и результаты исследования свечения разреженного воздуха внутри наэлектризованного пустотелого стеклянного шара, а также свечения янтара и других тел, наэлектризованных в разреженной атмосфере. Кроме того, Гауксби наблюдал и изучал свечение ртутных паров в наэлектризованном стеклянном сосуде и называл это явление «ртутный фосфор» (mercurial phosphorus). Автор отмечает, что Жан Пикар (Jean Picard) наблюдал это явление еще в 1675 г. в ртутном барометре.

В третьей части работы Дибнер отступает от биографического принципа изложения материала. Вначале рассказывается о работах Христиана Г. Кратценштейна (1723—1795) из Галле, впервые исследовавшего влияние статического электричества на человеческий организм.

¹ Старинная мера длины, равная 45 дюймам, или приблизительно 113 см.

Затем говорится о попытках Готфрида Груммерта использовать наэлектризованный стеклянный пустотелый сосуд с разряженным и светящимся при этом воздухом в качестве шахтерской лампы для освещения шахт и штолен, содержащих рудничный газ.

Далее автор излагает хорошо известную историю создания лейденской банки и эксперименты с ней, но не сообщает ничего нового. Отмечается лишь, что почти одновременно с Мушенбруком лейденскую банку и связанные с ней явления открыл Эвальд Т. фон Клейст из Померании. Сообщается также о дальнейших экспериментах с лейденской банкой, предпринятых Пьером Ле-Монье и Джоном Бевисом. В заключение описываются эксперименты Ватсона, который производил разряд лейденской банки при помощи проволоки длиной до четырех миль, а также через воду и землю, и нашел, что скорость прохождения заряда во всех этих случаях «приблизительно мгновенна» (№ 7, стр. 194).

В четвертой части очерков Дибнера освещаются работы Нолле и исследования Франклина.

Вначале излагаются эксперименты Нолле.

Переходя к работам Франклина в области электричества, автор относит их начало к 1744 г., т. е. ко времени, когда Франклин присутствовал в Бостоне на лекциях английского лектора Спенсера. Дибнер описывает опыты Франклина с лейденской банкой, упоминает о предложении им схеме последовательного соединения банок в дополнение к известному ранее параллельному соединению по Випклеру и Ватсону. Автор отмечает, что Франклин открыл свойство заостренных предметов испускать электрический заряд и заменил устаревшие термины «электрик» и «неэлектрик» новыми — «проводник» и «непроводник».

Автор высоко оценивает работы Франклина в области атмосферного электричества. Наиболее значительной заслугой Франклина, по мнению Дибнера, является экспериментальное доказательство идентичности атмосферного электричества и электричества, получаемого путем трения.

В пятой части работы Дибнера дается характеристика исследований в области атмосферного электричества и анализируются работы Ван Марума.

Среди европейских ученых, повторивших эксперименты Франклина, упоминаются Кантон, Ватсон и Рихман, «который стал первым мучеником новой науки» (№ 9, стр. 795). Далее автор пишет, что князь Д. А. Голицын в 1775 г. предпринял обстоятельное изучение атмосферного электричества и пришел к выводу, что оно присутствует в атмосфере в любое время и при любых условиях погоды (№ 9, стр. 795). Здесь же сообщаются некоторые сведения из истории громоотвода.

Дибнер описывает электрическую машину Мартина Ван Марума. Он сообщает, что эта машина была построена в 1784 г. для музея Тейлора в Гарлеме английским механиком-приборостроителем Джоном Катбертсоном (John Cuthbertson). Кроме того, Катбертсон построил батарею из 25 гигантских лейденских банок, каждая из которых имела высоту 0,5 м. С этой аппаратурой Ван Марум проделал многочисленные опыты. Он получал электрические искры длиной свыше 60 см и расплавлял проволоки из различных металлов. Автор отмечает, что в результате этих экспериментов Ван Марум пришел к выводу, что медь является лучшим, а свинец — худшим материалом для громоотводов. Далее автор рассказывает об экспериментах по намагничиванию металлических тел при помощи электрической искры, проведенных Ван Марумом совместно с Я. Ван Свинденом (Jan H. van Swinden). При этом они заметили, что стальной стержень намагничивается сильнее, если он расположен перпендикулярно к направлению прохождения электрической искры. Отмечается, что это явление наблюдал также и Беккариа.

Автор сообщает еще об одном интересном эксперименте Ван Марума, имевшем целью проверить гипотезу электрической природы землетрясений.

Последняя, шестая часть работы Дибнера, помещенная в десятом по мере журнала, начинается кратким обзором истории электроизмерительных приборов периода электростатики. Первым индикатором электрического заряда автор по праву считает «версориум» Гильберта. Далее упоминаются приборы Кантона, Кавалло, электроскоп Беннета, электрометр Генлея, построенный в 1772 г. и, как считает автор, положивший начало «количественным измерениям». Более подробно автор останавливается на прообразе регистрирующих приборов, построенном Беккарией для записи на движущуюся бумажную ленту интенсивности электризации облаков. Рассказывается также об электрометре Соссюра для исследования атмосферного электричества.

Далее автор переходит к работам Вольта по электростатике, обстоятельно описывает его конденсаторный электрометр и эксперимент с электрофором.

Очерки Дибнера завершаются рассмотрением работ Кулона. Подробно говорится о крутильных весах Кулона и экспериментах с ними, которые привели к открытию закона взаимодействия электрических зарядов. В конце статьи дается библиография, включающая 18 источников, кроме тех, которые автор указывает в тексте.

Работа Дибнера содержит интересный материал. В ней приводятся некоторые факты, еще не нашедшие достаточно полного отражения в литературе по истории электротехники. Нельзя не отметить та-

кие немаловажные достоинства работы, как живой язык, удачный подбор и размещение иллюстраций, интересные примеры и т. д. Работа В. Дибнера является серьезным и весьма полезным вкладом в литературу по истории электротехники.

Однако, при всех указанных достоинствах, работа не лишена серьезных недостатков. Спорной является принятая автором «биографическая» периодизация, ибо этапы развития электротехники не совпадают с периодами творчества отдельных крупных ученых. Поэтому разбивка материала на такие исторические этапы, как «Роберт Бойль», «Френсис Гауксби», «Бенджамин Франклин», «Алессандро Вольта» представляется неправильной и необоснованной. Вместе с тем выбранная периодизация носит формальный характер. В работе очень часто нарушается логическая и хронологическая последовательность в изложении материала. Автор часто повторяется и без видимой связи переходит от одного предмета к другому. Дибнер часто пользуется цитатами и выдержками из работ Гильберта, Бойля, Герики и т. д. Однако при этом он не дает ссылок на цитируемый источник. В лучшем случае вскользь, как бы между прочим, приводится в тексте название работы, которую цитирует автор. То же самое можно сказать и об иллюстрациях — автор не сообщает источников, из которых они были взяты. Все это в значительной степени умаляет научную ценность труда Дибнера. Самый же большой недостаток рецензируемой работы заключается в том, что в ней не отражены достижения русской науки, не освещены работы и исследования русских ученых, внесших огромный вклад в науку об электричестве. Например, излагаемые первые исследования в области атмосферного электричества и существовавшие в то время гипотезы о природе электрических явлений, автор игнорирует заслуги Ломоносова. Ломоносов, а также Эпинус в очерках вообще не упоминаются.

Что касается Рихмана, то в работе Дибнера говорится лишь, что он погиб от удара молнии «при попытке повторить эксперимент Д'Алибара» (№ 9, стр. 795). Немного больше внимания Дибнер уделяет работам князя Д. А. Голицына, но допускает при этом неточность. Он пишет: «Используя воздушный змей, он (Голицын. — В. С.) пришел к выводу, что электричество имеется в атмосфере в любое время и при любой погоде» (№ 9, стр. 795). Однако задолго до Голицына это явление открыли Ломоносов и Рихман. Рихман писал по этому поводу: «... и знаменитейший муж Ломоносов наблюдал, что даже без грома и молнии значительное электричество передается железу, надлежащим образом изолированному»².

Далее, излагая развитие электроизмерительных приборов, Дибнер снова игнорирует Рихмана. Он считает, что количественная оценка электрических явлений стала возможной благодаря электрометру Генлея, появившемуся в 1772 г. В действительности же еще в 1745—1746 гг. Рихман создал свой электрометр, с которым он и Ломоносов проделали огромное количество измерений и который обладал всеми элементами, присущими современным электроизмерительным приборам. Незнание Дибнером исследований Рихмана тем более непростительно, что их описание в свое время появилось и на английском языке. Сюда, в частности, относится статья В. Ватсона в «Philosophical Transactions», где он описывает прибор Рихмана, дает его чертеж, а также план лаборатории Рихмана³. Характерным является и тот факт, что все 18 источников, приведенные в библиографии, — американского или английского происхождения.

Б. П. Сухов
(Киев)

² Г. В. Рихман. Труды по физике. М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 358.

³ W. Watson. «Philos. Trans.», vol. XLVIII, part II, 1754, p. 765—772.

В. А. БУРЛЯНД. *Отечественная радиотехника в датах* (Краткая хронология). Под общей редакцией В. Н. Шамшура. Центральное бюро научно-технической информации по радиоэлектронике. Министрство радиотехнической промышленности СССР. М., 1957, 126 стр.

Центральное бюро научно-технической информации по радиоэлектронике Министрства радиотехнической промышленности СССР проявило хорошую инициативу, выпустив книгу по истории отечественной радиотехники.

Потребность в такой книге назрела уже давно. За последние годы было издано много отдельных трудов и материалов по истории отечественной радиотехники, главным образом по первому периоду ее развития (1895—1905 гг.). Однако во всех этих изданиях отсутствовала полная и

подробная хронология исторических событий.

Книга В. А. Бурлянда содержит девять глав и охватывает период 1895—1956 гг. В первой главе (1895—1906 гг.) помещены сведения о жизни и деятельности изобретателя радио А. С. Попова. Вторая глава охватывает период 1906—1916 гг. Советский период освещен в последующих семи главах, из которых третья включает период 1917—1928 гг., а остальные показывают развитие за пятилетки. Исключение составляет шестая глава, ох-

ватывающая период третьей пятилетки и Великой Отечественной войны.

В книге показано развитие отечественной радиотехники, радиовещания, радиолубительства и телевидения. Каждое историческое событие или отдельный важный факт приведены в виде краткой записи с обозначением даты и существа вопроса. Записи эти располагаются в хронологическом порядке по годам, месяцам и числам. В начале каждого года перечисляются события и факты, не имеющие точных дат, т. е. числа или месяца.

Рассмотрение всех материалов книги привело бы к чрезмерному увеличению объема рецензии. Поэтому мы остановимся главным образом на материалах первых глав книги и менее подробно на материалах остальных глав книги.

Под хронологией истории, пусть даже и краткой, подразумевается перечень событий в их точной временной последовательности. Точная же временная последовательность должна определяться точной датой. К сожалению, такой порядок в книге не соблюдается. Из приведенных в ней исторических событий и фактов (около тысячи) только меньшая часть, несколько более одной трети, обозначена точными датами. Остальные вместо точных дат имеют приближенное обозначение даты с указанием месяца или даже только года.

За тридцатилетний период, относящийся к жизни и деятельности А. С. Попова, с 4 марта 1859 г. по 25 апреля 1895 г., в хронологии приведена тридцать одна запись, из которых только одна имеет точную дату (стр. 3—7).

Тщательная проверка приведенных в книге «безданных» записей убеждает в том, что по многим из них имеются точные даты в разных архивных и литературных источниках, и обозначение их в книге не представляло большого труда.

Не соблюдается в книге и точное обозначение дат с переводом старого стиля на новый. На протяжении многих страниц первой главы книги даты эти обозначены по-разному: или только по старому стилю (стр. 6, 11—12), или только по новому стилю (стр. 8, 10—11, 13—16). В двух случаях обозначение дат дается одновременно по новому и старому стилю. Такое невнимание автора и редактора книги к точному обозначению исторических дат, которые имеют первостепенное значение в хронологии, значительно снижает научную ценность книги.

В рецензируемой работе имеются пропуски некоторых важных исторических событий и фактов, неверные утверждения и досадные ошибки. Например, автор утверждает, что А. С. Попов дважды выступал на 1-м Всероссийском электротехническом съезде с докладом об успехах телефонирования без проводов (стр. 11). В действительности он сделал только один доклад 29 декабря 1899 г. на объединенном

заседании 6-го Отдела Русского технического общества и съезда¹.

В сентябре 1897 г. А. С. Попов сделал доклад в г. Одессе не на 2-м Съезде железнодорожных электротехников, как указано в книге (стр. 8), а на 4-м Совещательном съезде железнодорожных электротехников и представителей службы телеграфа русских железных дорог².

Неверные сведения сообщаются о времени участия его в организации Электротехнической выставки в Петербурге (стр. 4). 1-я Электротехническая выставка открылась в Соляном городке в Петербурге 27 апреля 1880 г., а не в 1881 г.³

Ошибочно утверждение автора и о том, что рентгеновскую аппаратуру А. С. Попов изготовил сам (стр. 7). Известно, что в изготовлении трубки для аппарата принимал участие и помогавший ему С. С. Колотов⁴.

В приводимых в книге отдельных выдержках из текстов подлинных архивных документов, автор допускает изменения и добавления и не указывает точно наименование использованных документов (стр. 9, 12)⁵.

Встречаются в книге и противоречивые данные. Например, автор указывает, что А. С. Попов сделал только одну патентную заявку на изобретенный им телефонный радиоприемник (стр. 10), а на следующей странице приводит сведения о двух других патентных заявках на это изобретение, сделанных им во Франции и в Англии (стр. 11). Известно, что еще одну патентную заявку А. С. Попов сделал в Германии, но патента не получил⁶.

Чрезмерная краткость изложения отдельных исторических событий, принятая в книге, приводит к неудачным записям, в которых освещается не главное, а второстепенное. Например, в записи за сентябрь 1895 г. указывается, что изобретенный А. С. Поповым «грозоотметчик» был им передан в Петербургский лесной институт

¹ Труды 1-го Всероссийского электротехнического съезда, т. 2. СПб, 1901, стр. 288—309.

² Протоколы заседания 4-го Совещательного съезда железнодорожных электротехников и представителей службы телеграфа русских железных дорог, созванного на 15 сентября 1897 г. в Одессе. СПб., 1898, стр. 173—179.

³ Г. О. Левит. История энергетических обществ СССР. М.—Л. Госэнергоиздат, 1957, стр. 25.

⁴ А. С. Попов. Сборник документов. Лениздат, 1945, докум. № 27, стр. 69.

⁵ «Изобретение радио А. С. Поповым». Сборник документов. М.—Л., Академиздат, 1945, стр. 112, докум. № 64; стр. 171—172, докум. № 108.

⁶ Г. И. Головин и А. С. Попов — изобретатели радио. Жизнь и деятельность. Гос. издат. литерат. по связи и радио. М., 1945, стр. 118.

через своего товарища по университету проф. Любославского (стр. 7). Автор ничего не сообщает о том, что «грозоотметчик» был передан туда для установки на длительное испытание на метеорологической станции института, где он безотказно действовал много лет.

Сообщая, что на заседании Совета Труда и Обороны 24 июня 1921 г. было принято решение о подготовке большого числа радистов, автор упускает, что именно на этом заседании рассматривалась и была утверждена программа радиотелефонного строительства на 1921 г.⁷ Неверно излагается содержание документа от 15 октября 1919 г., подписанного В. И. Лениным. В этом документе, адресованном Зам. председателя Реввоенсовета, указываются радиостанции «... полевые передвижные легкого типа»⁸, а не полковые, как сообщает автор (стр. 28).

Следовало бы поместить в книге сведения и о других важных документах В. И. Ленина и Реввоенсовета Республики, например: «Разговор с Гельсингфорсом по прямому проводу 27 октября (9 ноября) 1917 г.» (относительно состояния радиосредств на боевых кораблях флота, направляемых в Петроград); документ, направленный В. И. Лениным 31 мая 1921 г. в Наркомпочтель (осрочном составлении доклада по календарной программе радиотелефонного строительства первой очереди); приказ Р. В. С. № 421 от 17 февраля 1921 г. (о поощрении войск связи Красной Армии) и др.

В книге отсутствуют сведения об организации отделений Российского общества радиотехников (РОРИ) в Петрограде, Киеве, Одессе и Нижнем Новгороде. Деятельность этого общества и его отделений, особенно Петроградского, во многом отражает историю советской радиотехники за первые годы ее развития.

Очень мало сведений приведено в книге о периоде Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. Период этот характерен сильным развитием в стране всех радиотехнических средств. Особенно это относится к Советской Армии, получившей на вооружение новейшие радиосредства и успешно применявшей их в борьбе с врагом. Однако этому периоду, насыщенному многочисленными историческими событиями, фактами и героическими подвигами радиоспециалистов во всех родах войск, в книге отведено незначительное место, всего только четыре страницы.

Периодическая печать по вопросам радиотехники, издававшаяся в Советском Союзе, является составной частью материалов по истории отечественной радиотехники, отображающих ее развитие за

многие годы. К сожалению, в хронологических записях книги нет сведений о времени начала выхода многих таких изданий: «Друг радио» — 1924 г., «Радио» — 1925 г., «Радиопрофонт» — 1930 г., «Вестник электротехники с отделом «Радио и электрическая связь» — 1930 г., «Говорит СССР» — 1931 г., «Радио» — 1932 г., «Радио-техника» — 1937 г. и др.

Неверные сведения сообщаются о названии и начале выхода научно-технического журнала «Вестник телеграфии без проводов» (стр. 19). Первый номер этого журнала вышел не в 1913 г., а в ноябре 1912 г. Также неверные сведения сообщаются и о журнале «Радиотехник» (стр. 26), который до № 5 был не отдельным журналом, а вторым отделом журнала «Телеграфия и телефония без проводов». Издавались отделы вместе и имели общее оглавление. Часть тиража второго отдела брошюровалась отдельно.

Много в книге неоговоренных, так называемых «незамеченных» опечаток и пропусков (стр. 7, 11, 12, 13, 14 и др.).

Следует отметить, что автор книги В. А. Бурлянд проделал большую и кропотливую работу по подготовке издания своего труда. Фактически это первая попытка обобщить имеющиеся многочисленные материалы по истории отечественной радиотехники за период более шестидесяти лет.

Книга эта пухлая и полезная, однако наличие в ней многочисленных пропусков, неверных утверждений и других недостатков значительно снижает ее научную и практическую ценность.

Автор и издатели не отрицают наличия в книге недостатков (стр. 2), но такое признание нельзя оправдывать тем, что подобный труд издается впервые.

Основной недостаток книги заключается в том, что в ней отсутствует точное обозначение дат большого количества исторических событий и фактов. Недостаточно использованы имеющиеся архивные и литературные источники, и мало приведено сведений о практическом использовании и достижениях в применении радиосредств в авиации военной и гражданской, на морском и железнодорожном транспорте, в астрономии, в военном деле и в других областях науки и техники.

Надо надеяться, что при переиздании книги все указанные недостатки будут устранены. Было бы желательно ввести в книгу порядковую нумерацию всех хронологических записей, что значительно облегчило бы пользование материалами книги. В приложении к книге целесообразно дать справочные указатели, например, предметно-тематический указатель и указатель имен. Необходимо также значительно увеличить тираж книги.

⁷ Ленинский сборник. Госполитиздат. М., 1945, т. 35, стр. 253, примечание.

⁸ В. И. Ленин. М., 1945, т. 35, стр. 358.

НОВЫЕ КНИГИ ПО ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ, ВЫШЕДШИЕ В 1958 г.

Издания Института истории естествознания и техники

История Академии наук СССР. В трех томах. Т. I (1724—1803). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958, 483 с.

Кузнецов Б. Г. Принципы классической физики. М., Изд-во АН СССР, 1958, 323 с.

Линней Карл. Сборник статей. М., Изд-во АН СССР, 1958, 259 с.

Менделеев Д. И. Периодический закон. М., Изд-во АН СССР, 1958, 830 с. (Сер. «Классики науки»).

Мусабеков Ю. С. История органического синтеза в России. М., Изд-во АН СССР, 1958, 286 с.

Новлянская М. Г. И. К. Кириллов и его атлас Всероссийской империи. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958, 78 с.

Планк Макс 1858—1958. Сборник к столетию со дня рождения Макса Планка. М., Изд-во АН СССР, 1958, 279 с.

Александр Степанович Попов в характеристиках и воспоминаниях современников. (Сост. М. И. Радовский). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958, 454 с.

Труды Института истории естествознания и техники. Т. 24. вып. 5. М., Изд-во АН СССР, 1958, История биологических наук 343 с.

Труды Института истории естествознания и техники. Т. 18. История химических наук. М., Изд-во АН СССР, 1958, 418 с.

Другие издания

История естествознания.

Абдуллаев Х. М. 40 лет советской науки в Узбекистане. Ташкент, Изд-во АН Узб. ССР, 1958, 215 с.

Нильс Бор и развитие физики. Сборник, посвященный Нильсу Бору в связи с его семидесятилетием. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1958, 259 с.

Думанский А. В., Ващенко З. М. Библиографический очерк развития отечественной коллоидной химии. Вып. 3. (1942—1952). Киев, Изд-во АН Укр. ССР, 1958, 219 с.

Историко-астрономические исследования. Вып. 4. М., Физматгиз, 1958, 592 с.

Историко-математические исследования. Вып. 11. М., Физматгиз, 1958, 792 с.

Кубис Л. П. Эрнест Резерфорд. Очерк жизни и научной деятельности. М., Учпедгиз, 1958, 83 с.

Лисичкин С. М. Очерки развития нефтедобывающей промышленности СССР. М., Изд-во АН СССР, 1958, 428 с.

Могилевский Б. Гемфри Дэви. Изд. 2-е переработ. М., Учпедгиз, 1958, 110 с.

Морисон С. Э. Христофор Колумб — мореплаватель. Пер. с англ. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1958, 214 с.

Очерки по истории геологических знаний. М., Изд-во АН СССР, 1958. Вып. 6, 239 с.; вып. 7, 228 с.

Перель Ю. Г. Развитие представлений о вселенной. М., Физматгиз, 1958, 352 с.

Семенов-Тянь-Шанский П. П. Путешествие в Тянь-Шань. М., Географгиз, 1958, 277 с.

Смирнова Ракитина В. А. Авиценна (Абу-Али ибн Сина). М., «Мол. гвардия» 1958, 233 с.

Шпольский Э. В. Сорок лет советской физики. М., Физматгиз, 1958, 87 с.

История техники

Балагуров Я. А. Оловецкие горные заводы в дореформенный период. Петрозаводск, Госиздат Карел. АССР, 1958, 211 с.

Воксерман Ю. И. Развитие газовой промышленности СССР. М., Гостехиздат, 1958, 130 с.

Ознобишин Н. М. Электрификация СССР за 40 лет. Под ред. акад. А. В. Винтера и И. В. Попова, М., 1958, 148 с.

Пажитнов К. А. Очерки истории текстильной промышленности дореволюционной России. М., Изд-во АН СССР, 1955—1958. Т. 1 — Шерстяная промышленность. 1955, 247 с.; Т. 2 — Хлопчатобумажная льно-пеньковая и шелковая промышленность, 1958, 425 с.

Раваш Г. Из истории румынской нефти. Пер. с румынск. М. Я. Лебедевой. М., Гостехиздат, 1958, 241 с.

Сергеев В. Л. Камские заводы. Из истории возникновения и развития Ижевского и Воткинского железоделательных заводов. Ижевск, Удмурт. кн. изд-во, 1958, 68 с.

Трошин А. К. История нефтяной техники в России (XVII в. — вторая половина XIX в.). М., Гостехиздат, 1958, 114 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1959 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 8

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

В УЧЕНОМ СОВЕТЕ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

30 сентября 1958 г. на заседании Ученого совета состоялось обсуждение плана научно-исследовательских работ Института на 1959 г. С докладом выступил директор Института профессор Н. А. Фигуровский. Кратко остановившись на работе, проделанной за предыдущие годы, Н. А. Фигуровский перешел к характеристике плана.

План состоит из пяти частей: первая часть посвящена работе по изучению научного наследия М. В. Ломоносова (подготовка 11-го тома Собраний сочинений М. В. Ломоносова и монографии «Научная биография М. В. Ломоносова» — к 250-летию со дня рождения); вторая часть — разработке истории Академии наук (подготовка 2-го тома «Истории Академии наук» и монографии «Леонард Эйлер и Петербургская Академия наук» — совместно с ГДР); третья часть — «История естествознания в России» (завершение второго тома и подготовка третьего); четвертая часть — «Очерки по истории техники в СССР» (новая тема, в трех томах); пятая часть — отдельным монографиям.

В обсуждении приняли участие сотрудники Института: Б. Г. Кузнецов, С. Л. Соболев, В. П. Zubov, Л. Я. Бляхер, Ю. И. Соловьев, О. А. Лежнева, А. А. Чеканов, А. А. Дорогов, П. Н. Скоткин и член Ученого совета С. Г. Козлов.

План одобрен с некоторыми поправками. 25 ноября 1958 г. на заседании Ученого совета Секции истории техники состоялась защита диссертации Л. П. Комаровым на тему: «Исследования водяного пара в связи с развитием теплоэнергетики» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Официальными оппонентами выступили действительный член АН БССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор техн. наук, проф. А. В. Лыков и канд. техн. наук Д. С. Рассказов. В обсуждении приняли участие проф.

М. П. Вукалович, А. И. Вейник, И. А. Меньшиков и Ф. Я. Нестерук.

Ученый совет присудил В. Л. Комарову ученую степень кандидата технических наук.

27 ноября 1958 г. на заседании Ученого совета Секции истории естествознания состоялась защита диссертации Л. С. Минченко на тему: «Физика Леонарда Эйлера» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальными оппонентами выступили доктор физ.-мат. наук, проф. Д. Д. Иваненко и канд. физ.-мат. наук А. А. Елисеев. В обсуждении приняли участие проф. А. П. Юшкевич и Б. Г. Кузнецов и канд. физ.-мат. наук Л. С. Полак.

Ученый совет единогласно присудил Л. С. Минченко ученую степень кандидата физико-математических наук.

16 декабря 1958 г. на заседании Ученого совета состоялась защита диссертации З. В. Участкиной «История развития техники бумажного производства» на соискание ученой степени доктора технических наук.

Официальными оппонентами выступили доктор техн. наук Б. Г. Милов, доктор хим. наук, проф. К. П. Мищенко, доктор хим. наук, проф. В. В. Козлов и заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор хим. наук, проф. С. А. Погодин. В обсуждении приняли участие проф. И. Я. Конфедератов, П. М. Лукьянов, Н. П. Перекальский, докт. хим. наук Ю. И. Соловьев и канд. техн. наук В. С. Соминский.

Ученый совет Института принял решение о присвоении З. В. Участкиной ученой степени доктора технических наук.

30 декабря 1958 г. на заседании Ученого совета Секции истории физико-математических наук состоялась защита диссертации Г. П. Матвиевской на тему: «Неопубликованные рукописи Леонарда Эйлера».

ра по теории чисел» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальными оппонентами выступили доктор физ.-мат. наук, проф. А. П. Юшкевич и канд. физ.-мат. наук, доц. И. Г. Мельников. В обсуждении приняли

участие доктор. философ. наук Э. Кольман, канд. физ.-мат. наук О. А. Лежнева и Л. С. Полак.

Ученый совет большинством голосов присудил Г. П. Матвиевской ученую степень кандидата физико-математических наук.

Т. Ф. Бедретдинова

350-летие со дня рождения Эванджеллиста Торричелли

По решению Всемирного Совета Мира во многих странах было торжественно отмечено 350-летие со дня рождения выдающегося итальянского ученого эпохи Возрождения Эванджеллиста Торричелли (1608—1647).

Этому знаменательному событию в истории науки было посвящено организованное Отделением физико-математических наук АН СССР, Институтом истории естествознания и техники АН СССР, Союзом обществ дружбы и культурной связи с зарубежными странами, Обществом «СССР — Италия» и Советским Комитетом защиты мира торжественное заседание, состоявшееся 16 октября 1958 г. в Московском Доме ученых.

На заседании присутствовало более двухсот человек с интересом заслушавших доклады о жизни и деятельности Э. Торричелли.

Заседание открыл академик Н. Н. Андреев. Обрисовав обстановку, в которой проходила жизнь и научное творчество Э. Торричелли, докладчик подчеркнул, что деятельность этого выдающегося ученого находилась в тесной связи с социально-экономическими условиями эпохи и определялась основными задачами развития промышленности и техники этого периода. Так, например, разработка научных основ гидростатики в первой половине XVII в. была вызвана потребностями строительства различных гидротехнических сооружений, плотин, колодцев и даже уличных фонтанов во Флоренции.

Именно в эту эпоху, как отметил докладчик, были заложены великим Г. Галилеем основы механики. Тогда же Э. Торричелли выступает как один из последователей Г. Галилея в области разрешения важнейших вопросов гидростатики. Этим вопросам было посвящено первое сочинение Э. Торричелли «Трактат о движении тяжелых тел», написанное под влиянием его учителя — известного математика того времени В. Кастелли и опубликованное в 1641 г. Благодаря В. Кастелли Э. Торричелли знакомится с Г. Галилеем и до конца его жизни работает с ним.

Круг научных интересов Э. Торричелли был необычайно широк. Помимо работ в области математики и гидростатики, он занимался оптическими исследованиями, читал курс фортификации, вел обшир-

ную научную переписку с европейскими учеными.

Математик, физик, прогрессивный деятель науки, Э. Торричелли, несмотря на раннюю смерть (в возрасте 39 лет), оставил богатое наследие не только по количеству, но и по научному значению. Его имя, сказал докладчик, стоит в истории науки первым после имени Галилея.

Работам Э. Торричелли в области математики был посвящен доклад члена-корреспондента АН СССР В. Н. Делоне. Докладчик остановился подробно на зарождении в Италии в первой половине XVII в. новой математики, без которой уже нельзя было правильно понимать и описывать явления природы.

Деятельность крупнейших математиков этого периода, сказал докладчик, была тесно связана с задачами механики и физики. К числу таких математиков принадлежал и Э. Торричелли, сделавший ряд крупных открытий в области механики и физики.

В. Н. Делоне подробно остановился на характеристике полного собрания сочинений Э. Торричелли, изданного в пяти больших томах в Италии в период 1919—1944 гг. Первые два тома сочинений Э. Торричелли содержат математические работы ученого, за исключением последней части второго тома, где дано описание опытов с ртутным барометром. В третьем томе помещены работы, посвященные вопросам гидростатики, фортификации и т. д. В четвертом и пятом томах сочинений опубликована переписка Э. Торричелли с крупнейшими математиками того времени, материалы о жизни и научной деятельности Э. Торричелли и две статьи о нем.

Э. Торричелли, сказал докладчик, внимательно изучил труды математиков классической древности. Заинтересовавшись современным ему учением о геометрии неделимых, Э. Торричелли публикует работы, совершенствующие метод неделимых и исследующие его исходные положения.

Математика обязана Э. Торричелли, отметил докладчик, введением криволинейных неделимых, созданием метода интегрирования подстановкой, использованием криволинейных координат, выводом одной из основных формул интегрального исчисления — формулы интеграла от степени с произвольным рациональным показателем и т. д.

Э. Торричелли, продолжал докладчик, решал задачи о касательных к кривым, рассматривая вопрос кинематически при помощи сложения скоростей. Им была дана формула координат центра тяжести как частного двух определенных интегралов и т. д.

Все эти выдающиеся открытия свидетельствуют о том, что Э. Торричелли был одним из выдающихся ученых той эпохи, когда зарождалась новая механика, новая математика и новая физика. Наряду с Р. Декартом, Б. Кавальери, П. Ферма и Х. Гюйгенсом, Э. Торричелли был одним из создателей новой математики.

Заканчивая свой доклад, В. Н. Делоне привел слова самого Э. Торричелли о роли математики в науке. Э. Торричелли писал: «Единственный алфавит и единственные буквы, при помощи которых читается великая рукопись божественной философии суть не что иное, как те простенькие фигуры (*«misere figurettes»*), которые вы видите в „Началах геометрии“».

Доклад профессора В. П. Зубова «Флорентийские опыты Торричелли» был посвящен знаменитым барометрическим опы-

там, произведенным Э. Торричелли совместно с В. Вивiani. Основываясь на том, что наука создается совместными усилиями ученых разных стран и, неуклонно прогрессируя, постепенно накапливает запас положительных знаний, докладчик показал, какое место занимают эксперименты Э. Торричелли среди работ его предшественников и последователей.

Во времени, отметил докладчик, когда Э. Торричелли произвел свои опыты с ртутным барометром, в разных странах уже было известно, что при помощи насоса воду можно поднимать лишь до известной высоты (Бескман, Г. Галилей и др.). Высказывались также предположения, что причиной подъема жидкости является атмосферное давление (Балиани) и что высота столба зависит от плотности жидкости.

Э. Торричелли впервые применил в своих опытах ртуть, связал наблюдаемые явления с атмосферным давлением и поставил своей задачей систематические наблюдения над показаниями барометра. Барометрические исследования Э. Торричелли представляли собой важное и необходимое звено в развитии физики.

А. А. Ураносов

МЕЖВУЗОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСТОРИИ ФИЗИКИ

в г. ТАМБОВЕ

С 24-го по 27 сентября 1958 г. в Тамбовском педагогическом институте проходила межвузовская конференция по истории физики, в которой приняло участие свыше 50 научных работников Тамбовского педагогического института, Института истории естествознания и техники АН СССР, МГУ, Московского педагогического института им. В. И. Ленина, пединститутов Российской Федерации, Украины, Грузии и других братских республик.

На конференции было заслушано и обсуждено 24 доклада. С докладами о задачах и состоянии научно-исследовательской работы по истории науки, о задачах и состоянии преподавания истории физики выступили: председатель Советского Национального Объединения историков естествознания и техники проф. Н. А. Фигуровский и проф. Тамбовского пединститута П. С. Кудрявцев. С интересным докладом о современном состоянии физики и истории физики в ряде зарубежных стран выступил проф. Д. Д. Иваненко.

Большинство докладов было посвящено вопросам истории отечественной науки. Этот факт показывает, что история отечественного естествознания является ведущим направлением в советской истории науки.

Характерной чертой Тамбовской конференции явилось ярко выраженное стрем-

ление исследователей раскрыть связь науки с жизнью, с общественным производством.

Конференция уделяла большое внимание вопросам преподавания истории физики.

Единодушно было высказано мнение о необходимости введения обязательного курса истории физики и факультативного курса истории новой физики в педагогических вузах и принята за основу проект программы курса истории физики, представленный проф. Кудрявцевым.

Конференция отметила серьезные недостатки в работе историков физики: случайность тематики, разобщенность в исследованиях. Конференция выразила желание, чтобы Комитет Советского Национального Объединения историков естествознания и техники усилил работу по установлению контакта между научными организациями и отдельными лицами, работающими в области истории естествознания и техники, по координации работ в указанной области, по организации совещаний, конференций, съездов историков естествознания и техники.

На конференции была организована выставка, показывающая развитие истории физики в СССР.

П. С. Кудрявцев
(Тамбов)

РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ИСТОРИИ НАУКИ В ЛАТВИИ

За последнее время заметно оживилась работа в области истории науки в Латвии: создана национальная группа историков естествознания и техники Латвии, проведено первое межреспубликанское совещание по изучению истории естественных наук и медицины Прибалтики, организован Рижский музей истории медицины, возросло число публикаций и тематических сборников, посвященных вопросам истории науки.

Развитие естественных наук и техники в Советских республиках Прибалтики имеет богатую историю. На протяжении веков в Тарту (Дерите), Вильнюсе, Риге, Елгаве (Митава) существовали крупные научные центры, которые внесли большой вклад в историю отдельных отраслей мировой науки. Здесь работали такие выдающиеся ученые, как К. Э. Бэр, В. Оствальд, Н. И. Пирогов, О. Шмидберг, Э. И. Эйхвальд, Э. Странд, Г. Тамман, К. Клаус, Г. Фр. Паррот, Г. В. Струве, Т. Гроттгус, Е. Снядецкий, И. Франк, К. Шмидт и др. Многие ученые Прибалтики заняли видное место в истории мировой науки. Исключительно велика роль Прибалтики в развитии культурных связей с народами Северо-Восточной Европы; в прошлом Прибалтика являлась одним из связующих звеньев между Россией, Германией, Польшей и Скандинавскими странами.

После установления советской власти историки естествознания и техники Литвы, Латвии, Эстонии проделали значительную работу по изучению богатого наследия Прибалтики. Большую роль в этом сыграло установление тесных контактов с историками науки других республик нашей страны. Не касаясь успехов, достигнутых литовскими и эстонскими учеными, отметим, что в Латвии за последние годы было защищено несколько диссертаций по истории медицины. Выявлены ранее неизвестные материалы о рижском математике П. Боле, курляндском физико-химике Т. Гроттгусе. Академик АН Латвийской ССР П. Валескали, изучая деятельность выдающегося латышского революционера-демократа П. Баллода, установил, что Баллод занимался изучением геологии Сибири, в частности, он высказывал предположение о месторождении алмазов в Якутии. По материалам археологических раскопок проведены интересные исследования о выплавке железа у древних латышских племен.

Ширятся международные связи историков науки Латвии. Из архива В. Оствальда в Гроссботене (ГДР), путем обмена поступили ценные фотокопии материалов, освещающих деятельность Оствальда в Риге. Директор архива В. Оствальда, дочь покойного профессора, Грете Оствальд,

в июне 1958 г. прислала свою книгу «Wilhelm Ostwald, mein Vater» с посвящением химикам Риги. Научные учреждения и библиотеки Рима, Лондона, Мюнхена, Стокгольма выслали справки и фотокопии документов, представляющих интерес для изучения жизни и деятельности выдающегося курляндского физико-химика Теодора Гроттгуса.

Однако в целом работа историков науки Латвии имела тот недостаток, что изучение и популяризация научного наследия велась лишь эпизодически, непланомерно и ненаправленно, по инициативе отдельных энтузиастов.

По вопросу о научном наследии Прибалтики не было единого мнения. В связи с тем, что большинство ученых прошлого были преимущественно немцами или поляками и мало содействовали просвещению коренного населения Прибалтики, некоторые исследователи считали излишним заниматься изучением и популяризацией их творчества. В результате обсуждения этих вопросов было признано правильным считать культурным наследием прибалтийских республик все ценное и прогрессивное в трудах ученых, работавших в Прибалтике, и систематически заниматься изучением этого наследия.

О возрастающем интересе к истории науки в Прибалтике свидетельствует появление многочисленных статей в латышских газетах и журналах, образование национальной группы историков естествознания и техники Латвии в составе Советского Национального объединения историков естествознания и техники. Эта национальная группа была организована на основании постановления Президиума Академии наук Латвийской ССР от 30 января 1958 г. Первое собрание национальной группы историков естествознания и техники Латвии 26 мая 1958 г. избрало бюро (председатель — академик АН Латв. ССР П. Валескали, секретарь — Я. Страдиня) и приняло решение об организации секций по истории отдельных отраслей знания. В настоящее время группа насчитывает 60—70 человек.

Недавно были организованы секции истории техники, истории химии, истории медицины; в стадии организации находится секция истории физико-математических наук, истории биологических наук, истории географических наук, источниковедения и библиографии.

Ближайшей задачей секции истории химии (председатель — проф. Э. Карпович) является подготовка к столетию юбилею химического факультета Рижского Политехнического института (1862), где в свое время вели большую работу такие крупные химики, как В. Оствальд, П. Вальден, К. А. Бишоф, М. Центнершвер, М. Глазе-

нап, Э. Бричке и др. На основе архивных и печатных материалов будет написан очерк развития химии в Риге за минувшее столетие. Кроме того, будут написаны краткие научные биографии крупнейших химиков Прибалтики для Латвийской Советской Энциклопедии, намечается создание монографии о жизни и научной деятельности Т. Гроттгуса.

Секция истории техники (председатель — академик АН Латвийской ССР А. Малмейстер) поставила перед собой цель собрать материалы по истории техники, отдельных отраслей промышленности и промыслов Латвии. К работе секции привлечены экономисты и работники предприятий. В 1958 г. намечено регулярное проведение семинаров по истории техники Латвии, а в 1959 г. должен выйти первый том сборника «Из истории техники Латвии».

Секция истории медицины (председатель — министр здравоохранения Латвийской ССР А. Краус), реорганизованная из общества истории медицины¹, является самой многочисленной из всех секций. К разработке отдельных тем из прошлого истории медицины Прибалтики привлечено значительное число ведущих ученых-медиков. Вышел из печати первый том сборника «Из истории медицины», в конце 1958 г. предполагается выпустить второй том, в котором освещаются вопросы истории здравоохранения, медицинской науки и смежных дисциплин. В издании сборников своими статьями принимают участие историки медицины Москвы, Литвы, Эстонии и Украины.

Значительным событием является создание республиканского Музея истории медицины. Он создан особым постановлением ЦК КП Латвии и Совета Министров Латвийской ССР в сентябре 1957 г. на основе переданной проф. П. Страдинем в дар государству обширной коллекции.

В экспозиции Рижского музея истории медицины² отражена история медицины разных народов за много веков. По широте материала — это один из самых лучших музеев такого рода в мире.

В коллекции Музея насчитывается более 3000 крупных экспонатов, 700 картин, рисунков и гравюр. В архиве Музея хранятся десятки тысяч фотографий и около 1700 рукописей. При Музее имеется библиотека, в фондах которой хранятся антикварные книги по медицине и смежным наукам. Большой интерес для исследователей представит также архив Рижского химико-фармацевтического общества, старейшего в России, основанного в 1803 г.

¹ Это общество было создано по инициативе академика П. Страдиня в 1955 г.

² Постановлением Совета Министров Латвийской ССР от 16 августа 1958 г. Музею присвоено имя его основателя — Павла Страдиня.

Как уже отмечалось, история развития естественных наук в научных центрах всех трех прибалтийских республик имеет много общих специфических проблем. В июне 1958 г. в Риге состоялось Первое Межреспубликанское совещание по изучению истории естественных наук и медицины Прибалтики. Совещание подвело итоги проведенной работы в области изучения истории науки Прибалтики и разработало мероприятия по активизации деятельности в этой области. Участники совещания заслушали ряд научных и информационных докладов.

Доклад чл.-корр. АН Литовской ССР В. Гирдяускаса и С. Визюлявичюса «Роль Вильнюсского медицинского общества в развитии медицинской науки в Литве» был посвящен развитию и историческому значению старейшего на территории СССР медицинского общества (1805).

В докладе Я. Страдиня «Елгава как центр естественных наук на рубеже XVIII—XIX вв.» была охарактеризована деятельность так называемой Петровской академии (1775—1806) и Курляндского общества литературы и искусства. Я. Страдиня сообщил новые данные о Т. Гроттгусе и проанализировал причины возникновения и упадка научного центра в Елгаве (Митава).

Несколько докладов было посвящено организационным и методологическим вопросам. Председатель комиссии по истории естественных наук Президиума Академии наук Литовской ССР чл.-корр. АН Литовской ССР П. Славенас доложил об итогах восьмилетней деятельности комиссии.

Доклад академика АН Латвийской ССР П. Страдиня и Я. Страдиня «Некоторые проблемы изучения истории науки Прибалтики» был посвящен задачам научно-исследовательской работы в этой области. Основные положения доклада зафиксированы в резолюции совещания.

Участники совещания были информированы о деятельности и задачах Рижского музея истории медицины, о работе по изданию сборников «Из истории медицины», а также ознакомились с интересной выставкой древних и рукописных книг в Фундаментальной библиотеке АН Латвийской ССР. Отмечалось, что Рижский музей, собирающий весьма разносторонние материалы по истории медицины, химии, биологии и смежных дисциплин, очень заинтересован в пополнении своих фондов путем обмена экспонатами с другими аналогичными научными учреждениями, получения экспонатов во временное пользование, снятия копий с документов, представляющих особый интерес и т. д. После прений была принята резолюция и избрана постоянно действующая комиссия по проблеме изучения истории есте-

³ Старейшая библиотека в Прибалтике, основанная в 1524 г.

ственных наук и медицины Прибалтики в составе девяти человек, по три представителя от каждой республики.

Совещание явилось знаменательным событием, давшим новый импульс для продолжения работы по истории науки. Было бы очень ценно, объединяя и координируя исследования историков науки и техники Латвии, Литвы, Эстонии, обмениваться и в дальнейшем статьями и разного рода материалами с исследователями других

100-летие со ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДЖЕГДИША ЧАНДРА БОСА

8 декабря 1958 г. в Конференц-зале Президиума Академии наук СССР состоялось торжественное заседание, посвященное 100-летию со дня рождения выдающегося индийского ученого Джегдиша Чандра Боса. Заседание было организовано отделением физико-математических, технических и биологических наук Академии наук СССР, Институтом истории естествознания и техники Академии наук СССР, Союзом советских обществ дружбы и культурной связи с зарубежными странами, Обществом советско-индийских культурных связей, Советским Комитетом защиты мира.

Вступительное слово произнес вице-президент Академии наук СССР академик А. В. Топчиев.

С докладом «Джегдиш Чандра Бос и его исследования в области физики» выступил академик В. А. Введенский. Он отметил, что Бос как физик много способствовал экспериментальному подтверждению учения об электромагнитной природе света. Оригинальность, изобретательность и точное, полное научное изящество мастерства характерны для экспериментов Боса. Талантливый экспериментатор, он создавал приборы, изумлявшие ученых всего мира. В своих исследованиях Бос близко подходил к той проблеме, которую мы ныне именуем проблемой полупроводников.

Доклад на тему «Джегдиш Чандра Бос как биофизик» сделал член-корреспондент АМН СССР А. В. Лебединский. Бос, сказал докладчик, продолжая традицию передовых ученых-физиков того времени, сделал попытку использовать достижения наиболее современной для того времени физической теории для решения биофизических задач. Как видно из биофизических исследований Боса, по существу им был теоретически поставлен вопрос о влиянии электромагнитных колебаний на биологические объекты и разрабатывался вопрос о некоторых общих биофизических закономерностях реакции живой ткани.

О работах Боса в области физиологии растений рассказал доктор биологических наук П. А. Генкель. Труды Боса по физиологии растений содержат огромный экспериментальный материал и тщательное опи-

сание применяемой им измерительной аппаратуры.

В экспериментах по физиологии растений основное внимание Бос уделял вопросу раздражимости и ответным реакциям растений. Доказанные им реакции растений на внешние раздражения получили дальнейшее развитие в науке.

П. П. Страдинь,
Я. П. Страдинь

сание применяемой им измерительной аппаратуры.

В экспериментах по физиологии растений основное внимание Бос уделял вопросу раздражимости и ответным реакциям растений. Доказанные им реакции растений на внешние раздражения получили дальнейшее развитие в науке.

С заключительным словом выступил первый секретарь посольства Индии в СССР г-н В. К. Ахуджа, который сказал:

«После замечательных докладов, которые мы только что прослушали, мне хотелось бы только поблагодарить академика Топчиева и его коллег за столь интересный и поучительный вечер, который они устроили в честь нашего ученого Боса. Мы за это очень благодарны, и мы принимаем сегодняшний вечер не только как знак дружбы между нашими странами, но также как доказательство того, что мировая наука не имеет никаких преград и что ученые разных стран мира сотрудничают в общем деле продвижения науки и знания во всем мире.

Хотелось бы только пожелать, чтобы и политические представители разных стран сотрудничали таким же образом, потому что если бы они сделали это, то мир во всем мире безусловно был бы сохранен».

27 ноября 1958 г. в Ленинградском отделении Института истории естествознания и техники АН СССР состоялось заседание, посвященное 100-летию со дня рождения Боса. На заседании с докладами выступили: канд. техн. наук М. И. Радковский — «О жизни и деятельности Боса», проф. В. А. Остроумов — «О работах Боса в области электромагнитных волн», проф. Д. И. Сапожников — «Об исследованиях Боса по фотосинтезу».

3 декабря 1958 г. торжественное заседание, посвященное этой дате, проходило в Главном ботаническом саду АН СССР. Заседание открыл академик Н. В. Цицин, который поделился впечатлениями о своем посещении Института им. Боса в Калькутте. С докладом о работах Боса в области физиологии растений выступил проф. А. В. Благовещенский.

А. И. Козлова

ПЛЕНУМ КОМИТЕТА СОВЕТСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ ИСТОРИКОВ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

11 ноября 1958 г. состоялся Пленум Комитета Советского Национального Объединения историков естествознания и техники, на котором были обсуждены важные вопросы деятельности Объединения и его секций.

Заседание открыл председатель Комитета проф. Н. А. Фигуровский.

С докладом об итогах работы секций выступил ученый секретарь Комитета А. Т. Григорьян. Он отметил, что по инициативе Советского Национального Объединения созданы национальные группы в Украинской ССР (председатель — академик АН УССР К. К. Хренон), в Казахской ССР (председатель — член-корр. АН Казахской ССР М. В. Пентковский), в Армянской ССР (председатель — доктор физ.-мат. наук Г. Б. Петросян), в Азербайджанской ССР (председатель — член-корр. АН Аз. ССР М. М. Алиев). В Ленинграде организовано Отделение Советского Национального Объединения (председатель — проф. П. П. Перфильев).

За время деятельности Советского Национального Объединения было проведено более 100 научных заседаний секций. Наиболее активно работали секции истории геолого-географических наук, истории медицины, истории биологических наук, истории физико-математических наук, истории машиностроения.

А. Т. Григорьян информировал членов Комитета о том, что в ближайшее время начнут выходить информационные бюллетени Советского Национального Объединения историков естествознания и техники, где будут публиковаться краткие информации о работе секций.

В 1958 г. более 30 работ членов Советского Национального Объединения было послано для публикации в зарубежных странах. За этот же период в изданиях СССР были опубликованы статьи крупнейших

ученых Китая, Франции, Англии, Польши, ФРГ (Макса Лауэ, Густава Герца, Дирака, Ли-Яня, Ирри и Фредерика Жолио-Кюри, Э. Винтера и многих других).

Советские ученые, члены Национального Объединения, укрепляли связи с зарубежными историками науки и техники. Представители зарубежных стран (Китай, Болгарии, Польши, Чехословакии) посетили Институт и ознакомились с его деятельностью и работой Национального Объединения.

В обсуждении доклада А. Т. Григорьяна приняли участие член-корр. АН СССР А. Ф. Капустинский, проф. Б. Д. Петров, академик И. И. Артоболевский, доцент Г. Ф. Гапочка, проф. А. А. Зворыкин, которые высказали ряд замечаний и пожеланий по линии международных связей советских ученых с зарубежными учеными.

Н. А. Фигуровский информировал членов Комитета о предстоящем IX Международном конгрессе по истории науки, который будет проходить в сентябре 1959 г. в Барселоне.

В связи с исполняющимся в ноябре 1961 г. 250-летием со дня рождения М. В. Ломоносова, Н. А. Фигуровский обратился к научной общественности с просьбой о представлении предложений и пожеланий по проведению юбилея Ломоносова.

В заключение пленум Комитета решил ряд организационных вопросов. Председателем секции истории физико-математических наук избран доктор физ.-мат. наук, проф. А. П. Юшкевич, который вошел также в Бюро Комитета. В состав Комитета избраны Президент Академии наук Азербайджанской ССР, академик Ю. Г. Мамедалиев и заместитель директора Института истории естествознания и техники А. С. Федоров.

М. И. Мосин

В СОВЕТЕ ОТДЕЛА ИСТОРИИ НАУКИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА ИСТОРИИ И ФИЛОСОФИИ НАУКИ

15 июня 1958 г. в гор. Пизе состоялось годовичное собрание Совета Отдела истории науки Международного Союза истории и философии науки.

На этом заседании был избран новый председатель отдела истории науки итальянский профессор астроном Виско Ронки, заместителем председателя избран американский ученый проф. Р. Шрайф (Shryock).

Совет обсудил деятельность Бюро Совета со времени последнего собрания 30 июня 1957 г. и финансовый отчет. Кроме того, Совет заслушал информацию о подготовке к 9-му Международному Кон-

грессу по истории науки, который состоится в Барселоне и Мадриде 1—7 сентября 1959 г.

После заседания Совета состоялось обсуждение предложения о руководстве журналом «Archives Internationales d'Histoire des Sciences», главным редактором журнала утвержден проф. М. Домэ (Париж). Были намечены также даты научных симпозиумов: в 1959 г. — по истории химии в Париже, в 1960 г. — по истории биологии в Утрехте, в 1960 г. — по истории точных наук в Базеле.

В настоящее время отделение истории наук Международного Союза истории и

философии науки объединяет 26 национальных групп: Аргентины, Бельгии, Бразилии, Венгрии, Голландии, Греции, Израиля, Индии, Испании, Италии, Канады, Китая, Люксембурга, Польши, Португалии, Румынии, Советского Союза, США Уругвая, Федеративной Республики Германии, Финляндии, Франции, Чехословакии, Швейцарии, Швеции, Японии.

После заседаний Совета в Париже состоялось заседание Комиссии по между-

народной инвентаризации научных приборов, имеющих историческое значение.

Комиссия разработала основные положения, связанные с международной инвентаризацией научных приборов и приняла форму карточек учетов приборов, хранящихся в различных собраниях разных стран.

Следующее заседание Совета постановлено провести в Барселоне в начале сентября 1959 г.

Н. Ф.

СОДЕРЖАНИЕ

К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДЖ. Ч. БОСА

Академик А. В. Топчиев. Вступительное слово	3
Академик Б. А. Введенский. Джегдиш Чандра Бос и его исследования в области физики	6
Чл.-корр. АМН СССР А. В. Лебединский. Джегдиш Чандра Бос как биофизик . .	18
П. А. Геикель. Работы Джегдиша Чандра Боса в области физиологии растений . .	26
А. А. Воробьев (Томск). Из истории развития электронных ускорителей	33
Л. С. Полак, Ю. И. Соловьев. Из истории физической химии (О работах Гельмгольца в области физической химии)	48

К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ч. ДАРВИНА и 100-ЛЕТИЮ ВЫХОДА В СВЕТ ЕГО «ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВИДОВ»

С. Л. Соболев. Подвиг Дарвина	57
Л. Я. Бляхер. Ч. Дарвин и братья Ковалевские	66
Мария Роосебоом (Голландия). Левенгук — сын своей нации и своего времени . .	74
Н. Я. Конфедератов. Машина (Опыт определения, классификации и периодизации)	82

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

В. П. Зубов. Из переписки между Эвангелиста Торричелли и Микельанджело Риччи	95
М. И. Медовой (Тула). Об арифметическом трактате Абу-л-Вафы	101
А. Р. Сердюков. Письмо П. Н. Лебедева к Н. А. Умову	106
Н. А. Базилевская. Ботанические работы А. М. Бутлерова	108
С. Л. Соболев. Неопубликованные письма Чарльза Дарвина, хранящиеся в советских архивах	113
Л. Л. Балашев. Первые шаги дарвинизма в России и А. Н. Энгельгардт	118
Э. Н. Мирзоян. Забытая статья А. О. Ковалевского	119
Я. П. Страдинь (Рига). Из истории первых теорий электропроводности растворов	122
А. Я. Кипинис. (Ленинград) К истории термодинамического учения Гиббса	127
В. В. Вороненков (Ярославль). Работы Д. И. Менделеева в области терпенов и эфирных масел	132
И. В. Батюшкова. К истории изучения землетрясений в Чехословакии	134
Е. Пяковский (Польская Народная Республика). Технология изготовления железных изделий на территории Польши в гальштатское время (IX — V вв. до н. э.)	137
С. В. Шухардин. Опыт определения термина «техника»	144
А. А. Кузин. История техники в работах К. Маркса	149
А. И. Черепнев. Джон Вилкинсон (1728—1808)	154
В. П. Солодников (Пермь). Действующая модель паровой машины М. Нааукина	158

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. П. Зубов. Аннализа Майер. «Предшественники Галилея в XIV столетии». Рим, 1949; «Две основных проблемы схоластической натурфилософии». Рим, 1951; «На границе между схоластикой и естествознанием». Рим, 1952; «Метафизический фон позднесхоластической натурфилософии». Рим, 1955	162
Б. А. Розенфельд. Карл Бойер. «История аналитической геометрии». Нью-Йорк, 1956	165
Э. Кольман. Хосе Милас Валликреса. «Очерки по истории испанской науки». Барселона, 1949	167
В. П. Зубов. «Естественнонаучные эксперименты, произведенные в Академии опытов». Пиза, 1957.	168
И. П. Веселовский. Дирк Стройк. «Страна Стевина и Гюйгенса». Амстердам, 1958	168
И. В. Батюшкова. «Очерки по истории геологических знаний», вып. 6 и 7, 1958 . .	171
И. В. Батюшкова. Дж. Вартнаби. «Сейсмология». Лондон, 1957.	172
Г. С. Тихомиров. А. Бешков, Л. Динев. «История географии и географических открытий». София, 1955.	173
Б. П. Сухов (Киев). Берн Дибнер. «Ранние электрические машины», 1957	175
П. М. Портнов (Минск). В. А. Бурлянд. «Отечественная радиотехника в датах». М., 1957	177
Новые книги по истории естествознания и техники, вышедшие в 1958 г.	180

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

В Ученом совете Института истории естествознания и техники (Т. Ф. Бедретдинова)..	181
350-летие со дня рождения Эванджелиста Торричелли (А. А. Ураносов)	182
Межвузовская конференция по истории физики в г. Тамбове (П. С. Кудрявцев, Тамбов)	183
Работа по изучению истории науки в Латвии (П. И. Страдинь, Я. П. Страдинь, Рига)	184
100-летие со дня рождения Джегдиша Чандра Боса (А. И. Козлова)	186
Пленум Комитета Советского Национального Объединения историков естествознания и техники (М. И. Мосин)	187
В Совете Отдела истории науки Международного союза истории и философии науки. (Н. Ф.)	187

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Н. А. Фигуровский (главный редактор), В. П. Зубов,
 Э. Кольман, И. Я. Конфедератов, Ф. Я. Нестерук, Б. П. Орлов,
 С. А. Погодин, Л. С. Полак, Б. Е. Райков, С. Л. Соболев,
 П. Б. Соколов (ответственный секретарь),
 А. С. Федоров (зам. главного редактора), А. П. Юшкевич

Вопросы истории естествознания и техники,
выпуск 8

Утверждено к печати
 Институтом истории естествознания и техники
 Академии наук СССР

Редактор издательства Л. Д. Антолюк
 Технический редактор Т. П. Поленова

РИСО АН СССР № 2-101В. Сдано в набор 20/VI—1959 г.
 Подписано к печати 30/IX 1959 г.
 Формат 70×108³/₁₆. Печ. л. 12. Усл. печ. л. 16,09
 Уч.-изд. л. 19,5 Тираж 2000 экз. Т-10014.
 Изд. № 3941 Тип. зак. № 1997.

Цена 13 руб. 65 коп.

Издательство Академии наук СССР
 Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21
 2-я типография Издательства АН СССР
 Москва, Г-99, Шубинский пер., 10