

## Анатолий Томилин Заклятие Фавна



OCR и корректура AkapoStation декабрь 2004  
«Заклятие Фавна»: Лениздат; Ленинград; 1986

### Аннотация

*Книга рассказывает о покорении электрической энергии. Перед читателями пройдет галерея ученых, открывших великие тайны природы и боровшихся с реакционными взглядами церкви.*

*Рассчитана на массового читателя*

## Анатолий Томилин Заклятие Фавна

С незапамятных времен грозные и таинственные явления природы волновали людей, интересовали их и требовали объяснения. Почему, к примеру, время от времени небо затягивают черные тучи, блещут молнии и гремит гром? Почему огненные стрелы поражают некоторых людей, даже если они спрятались под высокими деревьями, и не трогают других в чистом поле? Нет ли в этом какого-нибудь тайного смысла, не участвуют ли в этом выборе неведомые силы?

В Скандинавии, у русских поморов и народов Севера такое же недоумение вызывали сполохи — полярные сияния. Какие неведомые силы бесшумно колебали светящийся занавес и разбрасывали от горизонта к горизонту яркие лучи?

Недостаточный запас знаний и как следствие — неспособность объяснить явления окружающей природы естественными силами привели людей к вере в силы сверхъестественные, в чудеса, привели к созданию богов. Воля и деяния богов прекрасно объясняли все непонятное. Мифы с помощью моделей, сконструированных из частей хорошо известного и табу, заполняли пробелы в знаниях.

Случился в горах обвал. Камни задавили человека. Почему именно его? Может быть, камни рассердились и наказали? Встречаются в горах камни, которые прилипают друг к другу, притягивают мелкие куски железа. Камни, рождающие движение... Но это прерогатива лишь одушевленных существ. Не значит ли это, что и у притягивающих

каменной есть душа?

Свалили дерево. После громадных усилий выжгли середину, сделали лодку, а она потонула. Потонула вместе с рыбаками. Почему?

Почему не родит поле, вспаханное сохой из елового корневища, а соседнее, вспаханное березовой сохой, дает отменные урожаи? Может быть, все дело в березе? Может быть, именно в ней заключена чудесная сила, помогающая человеку?

Замечательный исследователь и собиратель русского фольклора Александр Николаевич Афанасьев писал, что древние люди смотрели на окружающий мир совсем другими глазами, чем мы. Они не отделяли своего существования от остальной природы, чувствовали себя с нею единым целым. В представлении наших предков огонь в очаге и горное озеро, придорожный камень и дерево, лесной зверь, облако и небесное светило ничем особенно не отличались от человека. Все вокруг жило своей жизнью, своими заботами. Враждебные силы боролись друг с другом и с человеком. Хорошие силы могли помогать.

Непонятное было чаще всего враждебно человеку. Он боялся метеорита — камня, упавшего с неба, и магнита — камня, притягивавшего другие камни. Просил помощи у могучего дерева. Поклонялся животным. Заклинал огонь и воду, гром и молнию, луну и солнце.

Чтобы ориентироваться во враждебном мире стихий, люди искали сходство между явлениями природы и своими поступками, приписывали силам природы человеческие характеры. Страх перед неведомым и уважение к силе породили почитание стихий, их обожествление.

Обожествление, а на самом деле очеловечивание таинственных сил природы делало мир не таким страшным на первых этапах познания. И не нужно думать, что наши предки не отдавали себе отчета в том, что, представляя богов всемогущими, они заранее обрекали себя на смирение. Еще как понимали! Но если боги — как люди, то ничто, человеческое им не чуждо. Конечно, гнев их страшен, но ведь страшны и набеги чужого племени. Да, если боги помогут, можно и победить. В крайнем случае, от неприятеля можно откупиться. Конечно, боги непобедимы и неподкупны. Но если они — как люди, то не сменится ли божий гнев на милость при виде жертвы? А что за милость без поддержки? И сразу грозный мир, еще недавно наполненный страхом, прояснился. Ведь если задобрить гром с молнией, то гроза не так уж страшна...

В этой книге я хотел показать, как человеческая мысль, преодолевая заблуждения и ошибки, порожденные недостатком знаний, упорно движется к истине. Процесс этот необъятен, и мне пришлось выбирать из него лишь узенький сектор знания, связанный с моей прошлой специальностью, с той отраслью науки, в которой долгие годы лежала сфера моих профессиональных интересов.

Атмосферное электричество — грозы и земной магнетизм — едва ли не первые неразрешимые загадки природы, о которые споткнулся разум. Они долго не поддавались разгадке. Каждое время, каждая эпоха толковали наблюдаемые феномены в соответствии с накопленными знаниями. Сначала на уровне мифов, пока знаний было совсем мало. Позже, когда фактов накопилось побольше, самовластие богов перестало удовлетворять мыслителей. Они стали пытаться объяснить природу исходя из нее самой, без помощи сверхъестественных сил. Возникли первые натурфилософские догадки. Сначала наивные, чисто спекулятивного характера. Но уже и они высоко поднимали разум человека, ставили его обладателя на одну ступень с богом.

А потом пришло время, когда сама гипотеза бога оказалась лишней для объяснения явлений природы. Однако отказ от привычного и такого удобного в смысле бездумности и безответственности понятия, как бог, не происходит сразу. Особенно на бытовательском уровне. Изгнанная из общества религия оставляет после себя суеверие... Я хорошо помню, как моя покойная бабушка до войны на даче во время грозы непременно забиралась на стул и звонила в серебряный колокольчик, что считалось верным средством от поражения молнией. Почему — объяснить она не могла, хотя была женщиной образованной и — начисто лишенной религиозного рвения. Тем не менее

«громоотводный колокольчик» исправно ездил с нами по довоенным дачам.

Ученые довольно рано поняли, что мир, окружающий человека, материален и существует объективно и независимо от сознания размышляющего о нем субъекта. Добытые знания и научно-технические достижения привели большинство населения планеты к выводу о том, что сознание не может существовать вне материи. Это означало победу материализма в его непримиримой борьбе с идеализмом. Да, природа существовала и обходилась без сверхъестественного вмешательства. Знания о ней вполне надежно опирались на законы физики, которые лежали в основе естествознания.

Все это было так в мирные периоды между научными и научно-техническими революциями. Но каждый раз, когда прогресс делал очередной скачок в неизведанное, мистицизм резко вскидывал голову.

В конце XX столетия оказалось, что в погоне за познанием окружающей нас природы мы как-то совсем упустили человека, его внутренний мир — микрокосм. А в нем оказались такие невероятные и неведомые ранее возможности, как в физическом, так и в психическом отношении, что можно только руками развести.

И снова, как и на заре рождения естественных наук, путь к познанию микрокосма начался с мифов. Правда, теперь на ином, более высоком уровне. Но все-таки с мифов, с объяснения непонятого нового столь же непонятым, но старым и потому как бы более привычным. На первый взгляд такая методика может показаться странной. Но она дает людям, далеким от науки и не имеющим твердой материалистической базы, утешение в виде некоего «квазизнания».

Не потому ли с выходом человека в космос появились «летающие тарелки», инопланетные пришельцы, оживились разговоры о «сверхцивилизациях» космоса, якобы контролирующих ход развития общества на Земле.

Исследования океана и ряд пока необъясненных наукой явлений в жизни Земли-планеты создали миф о «Бермудском треугольнике». А проникновение врачей в тайны психики человека породило бесчисленных экстрасенсов, знахарей и «посвященных», способных одним усилием мысли не только провидеть прошлое и будущее, но и двигать предметы. Тени великих магистров черной и белой магии восстали из небытия.

Получается, что рядом с могучим потоком истинной науки бурлят и пузыряются, пробиваясь окольными путями, мутные сточные воды отходов — облегченной для обывателя «массовой науки». И это вовсе не столь безобидное явление, как может показаться сначала. «Массовая наука» служит в капиталистических странах тем же целям отвлечения сознания масс от социальных проблем, заглушения протеста и подчинения интересам монополий, что и вся индустрия «массовой культуры».

Она стремится перевести подлинную любознательность в любопытство и удовлетворить стремление к знаниям развлекательной занимательностью.

«Массовая наука», используя средства массовой коммуникации, прежде всего телевидение, радио, кино, газетные и журнальные сенсации, а также занимательную популярную литературу, ориентирует и подчиняет сознание, создает как бы особый «телевизионный фон квазизнания». В нем серьезные научные проблемы низводятся на примитивный уровень, а социальные предпосылки — к сюжетно занимательным столкновениям «хороших» и «плохих» людей.

Наконец, апологеты «массовой науки» не останавливаются и перед прямым подрывом доверия к науке, всячески умаляя ее авторитет.

Совсем недавно на страницах западной прессы развернулась любопытная дискуссия. Из архивов были выужены труды некоего английского математика конца XVI — начала XVII века Джона Ди.

В свое время он был больше известен как мистик и активный сторонник «популярного герметизма», то есть религиозно-философского учения, включающего в себя трактаты по астрологии, алхимии, магии и оккультным наукам. Джон Ди понадобился современным заклинателям духов в связи с тем, что в свое время, составляя развернутую картину мироздания с помощью подручных средств, хранящихся в

мистическом арсенале, он должен был быть приверженцем геоцентризма. Между тем Джон Ди пришел к гелиоцентризму... И буржуазные философы задают вопрос: не означает ли это, что мистические учения, признающие существование скрытых сил в мире и в человеке и недоступные непосвященным, могут привести человечество к истине не менее успешно, чем подлинная наука? И вообще, является ли наука единственным способом познания мира? Стоит ли сегодня так уж безоговорочно осуждать адептов оккультизма? Не правильнее было бы предоставить каждому право в решении мировоззренческих вопросов руководствоваться разумом или «найтием и откровением свыше», испытывать явления природы опытным путем или выдумывать мифы?

Пожалуй, даже неискушенному человеку ясна вся нелепость такой постановки вопроса, нелепость попыток ставить науку на одну доску с мистикой и оккультизмом.

Можно критиковать неизбежные издержки, возникающие при создании техносферы как сложной комплексной системы взаимодействия общества и природы на любом — научно-техническом или социальном — уровне. Но разве допустимо при этом забывать, что достижениями нашего времени мы обязаны науке? Благодаря современной медицине резко сократилась детская смертность в масштабах планеты, исчезли страшные в прошлом эпидемические и «индивидуальные» болезни, увеличилась продолжительность жизни.

"Селекционеры вывели новые сорта растений и породы домашних животных, способных прокормить растущее население земного шара. Наконец, именно успехи современной науки обеспечили грандиозные достижения, давшие людям невиданный в прошлом комфорт.

Попробуйте представить на мгновение, что из нашей жизни вдруг исчезло электричество... По своим последствиям эта катастрофа была бы, наверное, пострашнее «всемирного потоп». Настолько прочно в нашу жизнь вошла та сила, о которой еще полтора века назад шли споры среди ученых.

Пожалуй, разгадка тайн электромагнетизма дала нам столько, сколько мы не получали от покорения всего, что было накоплено людьми за всю их историю. Подумайте: миллионы лет и век — каких-то сто лет, в течение которых выросла и окрепла вся электротехническая промышленность Земли! Время, в течение которого люди создали себе «электрический мир». Невозможно думать об этом без восхищения. И вместе с тем еще далеко не всё мы, в этой отрасли знаем... Вот почему мне хотелось, именно на примерах истории познания людьми загадочных явлений сил природы — электричества и магнетизма — рассказать о нелегком пути к истине, об ошибках, тупиках и заблуждениях, а главное — о красоте всепобеждающей истины!

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

### *Время чудес — время сомнений*

#### Глава 1

##### Откуда приходят грозы?

Люди боялись грозы всегда. По непонятным причинам тучи вдруг закрывали солнце. Небо темнело. Налетали порывы холодного ветра. Начинался дождь... Все это можно было перетерпеть. Уже первобытные люди заметили, что за ненастьем, как правило, следует хорошая погода, а холод сменяется теплом. Но когда над головой вдруг с грохотом раскалывалось небо огненным зигзагом, тогда нервы сдавали. Опыт, накопленный поколениями, кричал об опасности. Старики из поколения в поколение передавали рассказ о том, как огненные стрелы раскалывали глыбы камней, расщепляли вековые деревья. Случалось, убивали животных, а то и людей. Небесный огонь зажигал

страшные лесные пожары, ударял в кровлю жилища, поднятую чересчур высоко.

Куда спрятаться от грозы? Может быть, забиться под дерево и лежать тихо-тихо?.. Или бежать? Бежать быстро, еще быстрее, быстрее, пока не выскочит из груди сердце? Страшно зверю, страшно человеку перед лицом сил могучих, сил неведомых.

Так, наверное, и было в те далекие времена, когда природа оказывалась сильнее человека. У двуногого млекопитающего не было густого и теплого меха, не было быстрых ног, способных унести его от грозы. Что мог противопоставить человек своему страху? Только, разум, удивительную и необыкновенную способность усваивать и накапливать информацию, создавать из нее причудливые построения-модели, обобщать их и делать выводы. Короче — думать!

Не сразу научился этому человек. Иногда говорят, что уже в первобытные времена жили мудрецы, которые из чистой любознательности наблюдали феномены природы и задавались глубокомысленными вопросами: как устроен мир? Как и почему дует ветер? Кто насылает грозу, и что такое молния и гром? Не верьте этим рассказам.. В прадревные времена людям было не до этого. Забота о пище, о поддержании своего существования настолько занимала первобытного человека, что ни на что иное у него просто не оставалось ни времени, ни сил. А любознательность сводилась к простому ориентировочному рефлексу по И.П.Павлову. И должно было пройти немало времени, прежде чем этот рефлекс превратился в могучую силу, которая вот уже не одно тысячелетие не дает покоя человеку.

Кто-нибудь из читателей может подумать: «Стоит ли вспоминать то, что было когда-то и кануло в вечность?» Мне думается — стоит. И не только потому, что памятью жив человек. Но даже из чисто утилитарных соображений: чтобы лучше ориентироваться в окружающем мире.

Биологи считают ориентировочный рефлекс обязательным на любом уровне развития. Каждое существо, говорят они, должно хорошо ориентироваться в окружающей среде, иначе оно погибнет.

Академик Иван Петрович Павлов считал этот рефлекс безусловным. «Биологический смысл этого рефлекса огромен, — писал он. — Если бы у животного не было этой реакции, то жизнь его каждую минуту, можно сказать, висела бы на волоске. А у нас этот рефлекс идет чрезвычайно далеко, проявляясь наконец в виде той любознательности, которая создает науку, дающую и обещающую нам высочайшую, безграничную ориентировку в окружающем мире».

Вот, оказывается, куда уходят корни человеческой любознательности — во врожденную ответную реакцию организма на внешнее воздействие. И этот рефлекс требует полной ориентировки. Знание не терпит пустоты незнания. Когда человек встречается с непонятным, неведомым, то на самом первом этапе, при минимуме сведений, на помощь приходит спасительная гипотеза, а то и миф... Сколько же понадобилось любознательности, смелости и памяти, чтобы перейти от первобытного, страха к спокойному философскому наблюдению за грозным природным феноменом!

Коллекция случаев буйств и своеволий электрических разрядов весьма примечательна. Молнии расплавляли монеты в кошельках у ничего не подозревавших людей, незаметно снимали с них кольца и браслеты, срывали позолоту с карнизов, с кресел и дверных косяков. Иной раз молнии раздевали свои жертвы, срывали с ног башмаки и рвали их на мелкие кусочки. При этом оставляли людей живыми. Небесный огонь аккуратно сбивал, подобно лучшему цирюльнику, волосы на людях и сплавлял железные цепи.

18 августа 1769 года молния ударила в башню святого Назария в Брешии. Под башней находился подземный склад, содержащий миллион килограммов пороха, принадлежавшего Венецианской республике. Подброшенная взрывом башня упала на землю в виде каменного дождя. Часть города была превращена в развалины, погибло около 3000 человек...

А как страшно разрушали молнии морские суда... 3 августа 1852 года корабль «Моисей» был застигнут у Мальты страшной грозой. Около полуночи молния ударила в

большую мачту, пробежала по ней и, спустившись в корпус корабля, расколола его на две части. Корабль затонул, вся команда и пассажиры погибли. Лишь капитан, ухватившись за кусок бревна и проплавав 17 часов в море, был спасен, словно для того чтобы поведать людям о разыгравшейся трагедии.

Скажите, а вы не боитесь грозы? Я знаю многих вполне почтенных людей, которые, мягко говоря, недолюбливают это природное явление. Некоторые даже с удовольствием бы заткнули уши и натянули на голову одеяло... А вы не боитесь? И правильно делаете. В общем-то, что в ней страшного, в грозе?

Давайте нарисуем в воображении знакомую картину этого явления, но так, чтобы мы с вами были его участниками. Скажем так: мы возвращаемся в конце лета домой из леса, куда уходили за грибами. Дождь еще не начался, но низкие, набухшие сыростью тучи обложили все небо. В лесу темно, как вечером. Душно... Вышли в поле — и здесь света не больше. Что делать? До дому вроде бы недалеко, да мокнуть неохота.

Пока мы топчемся на месте, раздумывая, не спрятаться ли под елку, в стог сена, налетают, первые порывы ветра — как залпы. Под их ударами поле словно море в бурю: волны бегут по хлебу, возникают водовороты, смерчи. Решайте скорее; может быть, действительно, переждем? Летние грозы скоротечны...

И тут как сверкнет! Все вокруг будто само загорается голубым призрачным светом. Уж и молнии-то нет, а в глазах все стоит и стоит ослепительный зигзаг.

Не знаю, как вы, а я всегда после вспышки начинаю считать: «И — раз, и — два, и — три...» Трах-та-ра-рах! Раздается примерно на тридцатой секунде счета. Гремит гром. Тридцать секунд от блеска молнии до прихода звука. Скорость распространения звуковых волн известна, нетрудно подсчитать: до эпицентра грозы — примерно 10 километров. Много это или мало? Обычно грозы распространяются со скоростью не больше сорока километров в час. Если так, то минут пятнадцать у нас в запасе есть. До дому успеем. Бежим!

Так и есть. Едва мы на порог, хлынул дождь. Косые струи полетели над землей, срывая листья с деревьев. Блеск молний и грохот слились воедино. Красиво? Очень! Только все же чуточку страшновато. Хотя чего бояться-то? Ведь мы в доме, снабженном надежным молниеотводом, а гроза — это всего-навсего атмосферное явление: между разноименными зарядами заряженных облаков или между облаком и землей возникают электрические разряды — искры, которые сопровождаются треском — громом. Вот и все. То же явление в принципе возникает, когда мы накоротко замыкаем контакты электрической батарейки. Только масштабы иные. Если вспомнить уроки физики в школе, то механика образования грозы становится в общем виде понятной. Помните, как говорил учитель:

— Сильные вертикальные токи воздуха, образование мощных кучевых облаков, дождь, град, возникновение объемного электрического заряда...

Если явление понятно, то оно и нестрашно. Это, пожалуй, главный постулат нашей темы. Попробуем его запомнить, потому что дальше эта мысль должна лежать подспудно в основе всех наших рассуждений. Правда, при этом не следует забывать, что для объяснения природного явления, для того, чтобы оно стало обычным и нестрашным, человечеству понадобился упорный труд многих поколений. Сначала происхождение молний объясняли, наверное, старейшины племени, потом жрецы, потом натурфилософы, естествоиспытатели, ученые... Понадобились сомнения и споры, многие опасные эксперименты и смерти... Да, да и смерти во имя жизни, во имя истины.

Как правило, грозы — местные атмосферные возмущения, занимающие не очень большую территорию. Статистика показывает, что диаметр площади грозы колеблется от половины километра и до десяти километров. В среднем же диаметр площади грозы около километра. Правда, порой грозы выстраиваются в линию одна за другой, образуя так называемую линию шквалов, длинный фронт областей, где дуют сильные ветры и разыгрываются бури, льют дожди и сверкают молнии, гремят громы...

Ежедневно на земле бывает до 45 тысяч гроз, при которых 8 миллионов раз сверкает молния. Это значит, что в воздушном океане нашей планеты происходит почти сто

электрических разрядов в секунду. Грубо говоря, на земле идет непрерывная гроза. Особенно часты грозы в жарких климатических поясах. Хотя над пустыней Сахарой гром гремит не чаще одного раза в несколько лет.

Давайте посмотрим, как же начинается и какие стадии в своем развитии проходит обыкновенная гроза.

Причиной возникновения грозы может быть быстрое нагревание влажного приземного воздуха. Особенно быстро это происходит летом и над сушей. Плотность нагревающегося воздуха уменьшается, его частички поднимаются вверх, воздух охлаждается. Захваченный водяной пар конденсируется, собирается в капельки воды. Образуются мощные кучевые облака. При этом давление у земли понижается и воздух с периферии устремляется к центру. Возникает ветер...

Несмотря на наше многознание, все причины возникновения гроз разного вида назвать трудно. Многих мы еще не знаем, хотя сами грозы и изучены, человечеством достаточно основательно.

Каждая гроза проходит несколько стадий развития. И каждая стадия сопровождается своими особыми явлениями.

Так, образованиями кучевых облаков заканчивается первая стадия развития. При этом воздух устремляется вверх, у земли давление понижается. Ветер пока слабый или даже стоит полное безветрие, которое постепенно заменяется ветрами, дующими с периферии к центру.

Вторая зрелая стадия грозы начинается дождем. Высоко в облаках, если бы удалось туда добраться, мы бы встретились с массой ледяных кристаллов, особенно много их в грозных очагах. У поверхности земли и в нижних слоях атмосферы могут развиваться сильные вихри. Кучевые облака меняют свою форму. Они становятся похожи на высокие башни, между которыми блистают длинные искры молний, гремит гром. Воздух от земли устремляется вверх, и тут же рядом возникают нисходящие потоки. В общем — гроза!

Последняя, третья стадия называется стадией разрушения грозы. Наступает она, когда по всей области развиваются нисходящие потоки воздуха, которые и приводят к окончательному прекращению буйства. Больше нет поступления тепла и влаги от земли, проливной дождь уносит из облаков остатки накопленной энергии. И постепенно облака начинают таять. Ветры меняют свое направление и из сходящихся превращаются в расходящиеся. Гроза заканчивается.

Остается невыясненным вопрос: откуда берутся электрические заряды в атмосфере, те самые, что порождают во время грозы великолепные молнии?

Вы наверняка слышали об ультрафиолетовом и корпускулярном излучении Солнца. Ультрафиолет — это световые лучи, они короче самых коротких фиолетовых световых лучей, а корпускулами люди издавна называют частицы, изучаемые классической физикой. Так вот, проникая в верхние слои атмосферы, это излучение разбивает нейтральные молекулы воздуха на заряженные осколки — ионы, то есть ионизирует воздух. То же действие оказывают и космические лучи, а у поверхности земли свою долю в общее дело ионизации вносят радиоактивные элементы, содержащиеся в земной коре.

Еще в конце прошлого столетия среди ученых возникло убеждение, что в атмосфере Земли на высоте примерно 60 километров начинается ионизованная область — ионосфера, проводящий электричество слой, который, как скорлупой, охватывает планету. Приблизительно можно рассматривать земную поверхность и ионосферный слой как обкладки конденсатора с разностью потенциалов около 300 тысяч вольт. В районах ясной погоды этот природный конденсатор непрерывно разряжается, ионы под действием электрических сил уходят к земле. А вот в районах грозной деятельности картина получается совсем другая. В них мощные электрические токи текут снизу вверх, компенсируя «разряд» в районах ясной погоды.

Получается, что грозные облака не что иное, как природные электрические генераторы, поддерживающие всю систему электрического хозяйства во всепланетном масштабе. Так работает электрическая машина Земли, Поверхность Земли всегда заряжена отрицательно, а в атмосфере удерживаются заряженные положительные

частички, которые собираются в огромные облака, создавая объемные электрические заряды. В целом же для мирового пространства наша планета, по-видимому, электрически нейтральное небесное тело.

В свое время я окончил военное авиационное училище и летал на тяжелых машинах. До сих пор помню инструкцию для полетов во время грозы: «Летать на малых высотах, учитывая сильные восходящие потоки воздуха, но не забывать и о возможности существования нисходящих движений...» Исчерпывающая однозначность, не так ли?

Вообще-то, сильного повреждения даже прямой удар молнии металлическому фюзеляжу нанести не может. Это нам упорно втолковывали на теоретическом курсе. Однако инструкторы на этот счет придерживались другого мнения. И как-то однажды мне довелось...

Представьте себя на минутку в тесной кабине старого винтомоторного самолета, совершающего полет среди грозных облаков «в условиях сильной турбулентности». Турбулентным обычно называют вихревое движение жидкости или газа. Машину бросает. Радиоприем прекратился. Приборы показывают все что угодно, кроме истинного положения дел. По бортовой связи командир произносит нечто нечленораздельное, но очень выразительное. Кругом тьма. И вдруг — ослепительная вспышка, после которой глаза вообще не видят приборной доски. Грохот и непереносимая воздушная яма.

Хорошо говорить: «летайте ниже»... А ниже — земля близко. Кинет — врежешься. Может быть, наоборот — выше подняться. Но там начинается обледенение. Покрытая льдом машина теряет управление. Короче говоря, мы старались выполнять такой пункт инструкции: «Встретил на пути грозной фронт — обойди его!»

От Юпитера до Перуна и от Перуна до Ильи-пророка

Процесс познания человеком таинственных, а потому таких страшных явлений природы имеет долгую историю. Вначале, когда наблюдений и фактов накоплено было еще немного и они носили разрозненный характер, их приписывали сверхъестественным силам. Позже, когда за ними, за этими силами, встали персонифицированные фигуры богов, природные явления превратились просто в результат их волеизъявления.

Если на первом этапе развития общества, когда люди еще не отделяли своего существования от окружающей природы, они лишь поклонялись богам, заклинали огонь и воду, гром и молнию, то позже ситуация изменилась.

Уже в мировоззрении древних греков человек являлся венцом творения, и боги не только карали, но и помогали, предупреждали. Все, даже самые ничтожные, проявления человеческой жизни подчинялись богам и зависели от их расположения или нерасположения.

Всеми видами сношений с миром богов ведали жрецы. Одни из них гадали по внутренностям животных или по дыму жертвенников. Другие — по полету птиц, по молниям и грому. Хотя чем, казалось бы, одна молния может отличаться от другой?

Несколько лет тому назад в лабораториях кафедры родного института довелось мне участвовать в разработке мощных импульсных генераторов, предназначенных для получения больших искр — искусственных молний. Громоздкие и жутковатые даже внешне, — они должны были вырабатывать импульсы напряжения до пяти мегавольт. Это позволяло нам получать искры более пятнадцати метров длиной. Их грохот напоминал орудийную пальбу. Служили же эти «адские машины» для изучения грозоустойчивости различных сооружений; линий электропередач, высотных зданий, электрических подстанций. На макетах и моделях проектировались системы защиты, то есть мы как раз и занимались громоотводами. Тогда-то я и познакомился с классификацией молний, принятой среди специалистов. Она оказалась небогатой. Чаще всего в природе встречаются линейные молнии, похожие на опрокинутые кроной к земле ветвистые деревья. Еще их можно сравнить с реками, нарисованными на географических картах. Но бывает, что линейная молния развивается в виде длинной светящейся ленты или похожа на след стартовавшей ракеты. Еще реже развивается она скачками и выглядит огненным пунктиром на фоне сумрачного неба. Это так называемая четочная молния. И наконец, шаровая молния — не решенная до сей поры загадка природы...

Я не убежден, что приведенная классификация удовлетворила бы древних жрецов-гаруспиков. У них реестр выглядел куда внушительнее. Но и задачи у древних жрецов были посложнее, чем у нас, электриков.

Жрецы-гаруспики различали множество стрел Юпитера — по силе, яркости, цвету, по размерам и направлению полета. Все учитывалось при определении характера знамения. Оно могло быть общегосударственным, национальным, обращенным ко всему римскому народу, а могло быть семейным и даже индивидуальным. Все зависело от обстоятельств. По словам жрецов, молнии повелевали, требовали, просили, увещевали и советовали. Юпитер мог послать угрожающую громовую стрелу с грохотом и блеском, а мог послать и безмолвную, но убийственную.

Такое разнообразие делает честь наблюдательности предсказателей. Даже среди нас, всезнающих, обо всем наслышанных, я уверен, найдется немного людей, для которых тихая, безгромовая молния не явилась бы неожиданностью.

В особенно важных случаях для толкования сложных небесных знамений, особенно перед принятием ответственных решений, римляне приглашали гаруспиков из Этрурии. Этруски слыли большими специалистами в этой области и умели будто бы отличать вредоносные и коварные перуны от вспомогательных...

Боги, ответственные за грозы, были практически у всех народов. У славян молнии и гром являлись атрибутами Перуна, где главного, а где просто военного, дружинного бога. К сожалению, о славянской мифологии остались чрезвычайно скудные сведения, и восстановить ее, несмотря на все усилия целых поколений ученых, так и не удастся. Что мы знаем о Перуне более или менее определенно? Это — повелитель молнии и грома, служивший для объяснения грозы. В глазах древнего человека весь мир, как и он сам, находился в состоянии непрерывной борьбы. Борьбой света и тьмы объяснялись смена дня и ночи, враждой тепла с холодом — смена времен года. Всю свою жизнь благодатное солнце воюет с ночным мраком, с темными тучами, с зимой и вообще с «тьмой косоглазой».

В июне, когда все вокруг, казалось бы, охвачено негой летнего блаженства, солнце вдруг поворачивает на зимний путь. Начинают укорачиваться дни, длиннее становятся ночи... Таков закон, которому подчиняется мир.

В ноябре зима уже «встает на ноги». Застывает в глубоком сне земля, воды прячутся под толстый покров льда, замирает жизнь. Но в декабре, когда победа зимы полная и несомненная, происходит новый солнцеворот — поворачивает светило на лето. Прибывает его сила, светлеет и удлиняется день. Зима напрягает все силы, лютует морозами. Однако неумолимо ведет наступление солнце. И вот уже весна на пороге, наступает время оживать миру, пора родить земле, населять леса зеленью листьев, а луга — травами. Пора будить спящее зерно в полях, нести жизнь во все уголки, в каждую норку, в поры земли. Гремят первые весенние грозы. То Перун гонит прочь злые силы, темные тучи, заслоняющие солнце. Бог-громовик бьет их своей палицей, разит огненными стрелами, топчет конями своей колесницы. И потом проливает на землю благодатный дождь, взывая к ее материнству<sup>1</sup>.

В разных славянских племенах роль Перуна видоизменялась в соответствии с условиями жизни людей, но везде был он гонителем туч и подателем жизни. Позже, во времена Киевской Руси, Перун стал покровителем военной дружины, приобрел вполне определенные черты, обзавелся идолами. В эту пору он немолод. Серебряная голова, но ус злат.. В общем, это зрелый муж, сильный, могучий бог-громовержец, который по праву становится во главе пантеона славянских богов.

Но проходит и его время. Централизирующемуся государству с единодержавным князем нужен единый бог. И после своего крещения велит князь Владимир «кумиры испроврещи, овы исещи, а другия огневи предати. Перуна же повеле привязати коневу к хвосту и влещи с горы по Боричеву на Ручай, 12 мужа пристави тети жезльемь...». И

<sup>1</sup> См.: Афанасьев А. Н. Древо жизни. М., 1983, с. 50-51

далее в переводе: «Делалось это не потому, что дерево что-нибудь чувствует, но для поругания беса, который обманывал людей в этом образе, — чтобы принял он возмездие от людей. „Велик ты, господи, и чудны дела твои!“ Вчера еще был чтим людьми, а сегодня поругаем»<sup>2</sup>.

После долгого периода христианизации Руси пришел на смену богу-громовику пророк Илия, а по-простонародному — Илья-пророк, Илья-громовик. Как и почему произошло именно это объединение, сказать трудно. Поскольку современный читатель вряд ли знаком с житием библейского пророка, имеет смысл вкратце напомнить основные вехи его «легендарного» жизненного пути и произведенных чудес.

По ветхозаветным преданиям, Илия, что в переводе с древнееврейского означает «бог мой Яхве», был «фесвитянин из жителей галаадских». Нищенствующий аскет, грязный, обросший волосами и подпоясанный кожаным ремнем, скитался он во времена правления слабохарактерного царя Ахава по Израильскому царству, славя бога Яхве и утверждая его культ.

В ту пору женою Ахава была финикийка Иезавель, дочь сидонского царя Ефваала. Высокомерная и жестокая, унаследовавшая от отца-братоубийцы деспотический характер, Иезавель презирала народ израильский и его религию, будучи фанатичной приверженкой богини любви и плодородия, богини-воительницы Астарты. Культу Яхве стало грозить полное забвение.

Видя такое нечестие, пророк Илия, босой, в грубом плаще из верблюжьей шерсти и с посохом в руках, явился, в Самарию к царскому дворцу, чтобы возвестить знамение: за прегрешения царя против истинного бога страну его посетит трехлетняя засуха и голод...

Несмотря на несолидный облик, Илия оказался неплохим синоптиком — его долгосрочный прогноз полностью оправдался. А когда минули три года, пророк предложил устроить испытание: кому — Яхве или Ваалу быть богом израильским. Условия испытания таковы: на горе Кармил жрецы Вааловы и он, Илия, сложат два жертвенника, на них возложат заколотых тельцов, но огня не возжигают. Пусть истинный бог даст ответ сам посредством огня".

Все 450 жрецов Вааловых пришли на гору и построили огромный жертвенник. Возложили на него жирного тельца и стали молить своего бога дать знамение. Однако, как они ни старались, «не было ни голоса, ни ответа на их призывы». Жертвенник оставался холодным и темным.

Илия сложил свой жертвенник всего из 12 камней. Возложил на него тельца и велел трижды полить и жертву и дрова водой, после чего воззвал к Яхве. И разверзлось небо, и огонь небесный в единый миг поглотил и жертву, и дрова, и камни, и даже воду... Пал пораженный народ ниц, и в один голос воскликнули все: «Яхве есть бог!»

Пользуясь благоприятной минутой, Илия приказал схватить лжепророков Вааловых числом до трехсот и заколот их у потока Киссон. Естественно, что после этой акции ему пришлось срочно бежать от гнева Иезавели.

Много еще чудес совершил Илия, много предсказал событий. И все предсказания сбылись. От этого популярность его в народе выросла необыкновенно. Скоро он уже странствовал не один, а с учеником и преемником Елисеем.

Но настало и его время. Однажды, когда они шли вдвоем по берегу Иордана-реки, расступились вдруг воды и явились "колесница огненная и кони огненные, и разлучили их обоих, и понесся Илия в вихре на небо, Елисей же смотрел и восклицал: «Отец мой, отец мой, колесница Израиля и конница его! И не видел его более». Лишь один знак в виде брошенной верхней одежды — милоти подал ему учитель как залог своих духовных сил.

В легендах Ветхого завета рассказывается, что именно Илия предсказал царю Ахаву после засухи большой дождь. И когда хлынул ливень, побежал в пляске перед царской

---

<sup>2</sup> Повесть временных лет. — В кн.: Памятники литературы Древней Руси. Начало русской литературы. М, 1978, с. 132-133

колесницей, размахивая посохом.

Ильин день праздновали не только христиане, но даже мусульмане. Везде люди жгли в конце июля и в начале августа костры, готовили ритуальные кушанья. Христиане-католики 20 июля резали старых петухов, чтобы не накликали смерть на дом хозяина. Православные христиане то же самое делали 2 августа. Зажиточные мусульмане кололи ягненка и готовили пир...

У всех ильин день приходился на конец жатвы. Понятно, что в такое время ни ветер, ни дождь, ни гроза были ни к чему. И простодушные поселяне по-прежнему в Илье-громовике видели прежде всего покровителя жатвы. И в культуре Ильи-пророка было гораздо больше языческих черт, чем христианских.

Ну а если все-таки случалась гроза? От удара молнии хранили за божницей головню с пожарища, причиненного небесным огнем. Если же все-таки молния зажигала дом, то тушить его полагалось молоком или квасом, поскольку от воды он, согласно поверью, разгорался еще сильнее. Может быть, не обошлось здесь и без влияния библейской легенды об Илии, поливающим свой жертвенник водой?

«Не ходи во грозу расхристанной, с растрепанными волосами и в подоткнутом платье, а всякую посуду опрокинь! — так учили опытные деревенские хозяйки молодух. — Потому, когда Илья-пророк огненными стрелами бесов гоняет, те мечутся по всей земле, ищут любого укрытия: залетают в печные трубы, в открытые окна и в чашки, если те стоят непрокинутыми, забираются в любую щелку как в строения, так и в человеке...»

Вот оно, суеверие, выросшее на религиозной почве, объединившееся со старой верой и пустившее такие прочные корни в сознании человека.

"Суеверие — ошибочное, пустое, ложное, вздорное верование во что-либо; вера в чудесное, в сверхъестественное, в ворожбу, в гадания, в приметы, в знамения; вера в причину и последствие, где никакой причинной связи не видно..."

Суемудрие-мудрость суетная, ложная, светская, лжеумствование..."

Как прекрасно и как исчерпывающе сказано. А ведь это Даль Владимир Иванович, выписка из его словаря, выпущенного более ста лет назад.

### Заклятие Фавна

Пожалуй, рассказ о победе Ильи-пророка над жрецами Вааловыми — один из немногих мифологических эпизодов, когда молния помогала человеку. В подавляющем большинстве легенд и мифов небесный огонь выполнял, как правило, функцию карающую.

Не могло ли это обстоятельство натолкнуть людей на крамольную мысль о том, что просить помощи у богов во время грозы — дело ненадежное. А следом за тем неизбежно должны были возникнуть и мысли: нельзя ли как-нибудь самим защититься от небесного огня, от божьего гнева?

В истории культуры сохранились сведения о том, что египетские жрецы вроде бы умели оберегать свои храмы от поражения молнией. Правда, грозы в долине Нила — явление нечастое. Но вот еще факт, правда той же степени достоверности: иерусалимский храм, построенный во времена царя Соломона и расположенный в одном из грозных районов Земли, за тысячу лет не испытал ни одного удара молнии. Что это — легенда, случайность, или иудеи знали секрет соседей-египтян?

В мифологии существует упоминание о том, что древнеримский языческий бог Фавн научил второго царя Рима Нуму Помпилия искусству отводить гнев Юпитера от храмовых кровель. Тоже легенда. Но что из себя вообще представляют легенды, и насколько им можно доверять?

В наши дни легендой называют любое предание, необыкновенную, может быть даже недостоверную, историю, связанную, как правило, с каким-либо конкретным местом.

Таким образом, легенда — это выдумка, вымысел, может быть даже специально

придуманная байка. И все-таки... Рациональное человечество вряд ли стало бы тратить время и силы на выдумки просто так, на голом месте. Какой-то прецедент, какой-то факт, ну хоть фактик, хоть ничтожное событие, по-моему, должны лежать в основании любой легенды.

Мифология всегда служила для ответов на «проклятые вопросы». Служила и служит. Потому-то наш просвещенный XX век, увы, богат доморощенными мифами ничуть не менее пролетевших столетий. Каждое новое чудо требует сначала мифа. Вспомните странное поведение спутников Марса или световые вспышки на поверхности красной планеты. Вспомните земные загадки — снежный человек, лохнеский змей и «Бермудский треугольник». Наконец, невероятные возможности восточной медицины, телепатия и телекинез...

Обнаруживая новое, человек прежде всего сталкивается с тайной, с загадкой. И когда наука на первых порах не может объяснить новый факт, на помощь приходит миф. Это как бы первая наметка, сшивающая края разошедшегося познания.

Дальше «загадка» проходит длинный путь освоения ее обществом. После стадии «мифологизации» она становится достоянием всевозможных спекуляций. Так называют знания или объяснения, которые не выводятся из опыта, а строятся умозрительно, в отрыве от практики. Само слово «спекуляция» происходит от латинского *speculatio* — высматривание. Спекулятивное знание характерно обилием гипотез на уровне любительских предположений, накручиванием наукообразной терминологии.

Потом наступает период, когда к загадке начинает проявляться практический интерес. Она приобретает социальное, общественное значение, и в ход идет тяжелая артиллерия подлинной науки.

Большая наука говорит свое слово, после которого явление либо переходит на страницы учебников, либо возвращается на уровень мифа и переходит в категорию не знания, но веры.

Любопытный феномен — почему одни идеи отбрасываются как беспочвенные предположения, тогда как другие сохраняются, хотя бы и на уровне суеверий?

Посудите сами: люди отказались от теории флогистона, от электрических и магнитных жидкостей, от представлений о мировом эфире, но сохранили веру в «философский камень» как панацею от всех болезней и средство сохранения молодости, в гороскопы, предсказывающие будущее, во встречу со «старшими братьями» из внеземных цивилизаций — некий трансформированный образ языческих богов. Я не говорю уж о куче суеверий более мелкого масштаба, как-то: вера в несчастливое число, черную кошку...

Мы с вами — занятнейшие существа. Материалистический взгляд на природу, на окружающий мир естествен для человека. Повседневный опыт учит нас, что «из ничего ничего не бывает» и что каждое наблюдаемое явление должно иметь естественные причины. Возьмите хотя бы сегодняшних верующих. Большинство в глубине души знает, я подчеркиваю — знает, что никакого бога нет и быть не может. И все-таки...:

Почему так живучи утверждения идеалистов, что сознание и мышление, психическое и духовное начала первичны, а материя и природа вторичны, производны, зависимы и обусловлены?

Может быть потому, что для исповедания последовательного материалистического мировоззрения нужно иметь немало мужества, хотя бы перед лицом неизбежного небытия — смерти, в отличие от идеализма, оставляющего хоть и призрачную, по надежду на бессмертие души, на последующее возрождение и тому подобные рекомбинации. Может быть потому, что идеализм — утешительнее сурового материализма, а вера — проще и легче познания? Вопрос этот не простой. Но каждый, однажды задумавшись, должен сам себе на него ответить.

Как могло случиться, что один из подчиненных Юпитеру богов выдал его секреты людям, что это — второй Прометей? Миф повествует так: случилось это давно. Когда по истечении срока жизни на земле и тридцати семи лет правления Римом Ромул был взят на небо и стал богом Квирином — покровителем Вечного Города, отцы-сенаторы избрали

нового царя. Им стал сабинянин Нума Помпилий, человек известный своим благочестием, справедливостью и великим знанием божественного и человеческого права. Много добрых дел совершил он для своего народа.

Однажды летней порой поразил Юпитер перуном один из римских храмов, жрецы которого забыли установленный ритуал и предавались нечестию. Занялся пожар. Ветер разнес искры и головни в разные стороны. А был древний Рим городом деревянным, поскольку еще шумели в окрестных землях и в рамои Кампании дремучие леса. Буря не успела уняться, как разыгравшийся огонь чуть не половину римлян оставил без крова.

Вот тогда-то и поклялся Нума, что добудет секрет, как отводить стрелы Юпитера, заклиная гнев громовержца. С помощью колдовства и чар узнал он, что один лишь бог лесов и полей козлоногий Фавн владеет этой тайной. В голове царя созрел коварный план: он послал птицеловов с приказом отловить всех дятлов в лесах под Римом. И в числе пойманных птиц попался в сети и отец Фавна бог Пик.

Дело в том, что благочестивый Пик отказался от любви распутной обольстительницы Цирцеи — волшебницы с острова Эя. Дочь Гелиоса и Персеиды, Цирцея владела тайнами волшебства и превращений. Ее роскошный дворец и леса острова населяли дивные животные, в которых она превращала своих возлюбленных, когда те ей надоедали. И никто, даже бессмертные боги, не могли снять ее чары.

Оскорбленная отказом Пика, она превратила его в дятла. И вот теперь он томился в клетке во дворце царя Нумы. Но может ли жить счастливо в неволе тот, кто рожден в просторах полей и лесов? Пик в образе дятла так тосковал по свободе, что стал линять и потерял половину перьев из своего хвоста. А вы представляете себе дятла без хвоста?..

Фавн, желая выполнить сыновний долг и освободить родителя, пришел во дворец к коварному царю-чародею и был тут же схвачен и пленен. При этом царь не покушался на честь пленных богов. Он оказывал им должные почести и приносил положенные жертвы. Ни в чем не было им стеснения, кроме свободы. Вернуть же ее Нума соглашался только в обмен на заветный секрет.

Что оставалось делать Фавну? Кудесник перехитрил простодушного бога. Пришлось учить царя ставить у дверей храмов высокие шесты, обитые медью. Их сверкающие вершины притягивали стрелы Юпитера, ибо сами имели сродство с огнем, и грозные молнии спокойно уходили по металлу в землю, не причиняя вреда строениям.

Долго сердился Юпитер на Фавна, пока богиня памяти Мнемозина не вытравила из человеческих голов знания, зачем им нужны дорогие шесты, окованные медью, перед зданиями дворцов и храмов. Да и здания римляне стали строить из камня, поскольку вырубали леса. Забывчивы люди — в том слабость смертных, а может быть, и сила...

Да, люди забывчивы, не станем спорить. Но если главные события мифологического повествования все-таки имели место, то просуществовали древние громоотводы недолго. Уже преемник Нумы — царь Тулл Гостилий был убит во дворце молнией во время грозы. В легендах глухо говорится, что он-де нарушил какие-то обряды и проявил неблагочестие. Только вряд ли было все именно так. Скорее, сгнили шесты, и сломались громоотводы. Ведь молнии поражали людей благочестивых и даже занятых молитвами ничуть не реже, чем тех, кто относился к богам без особого почтения, и богохульников. Более того, статистика уверяет, что божьи храмы даже чаще подвергались ударам огненных стрел. И что больше всего жертв было среди звонарей на колокольнях.

Французский астроном Камилл Фламарион, собравший множество исторических сведений о бесчинствах небесного огня, доводит их хронологию до XVIII столетия.

«2 июля 1717 года молния поразила в церкви в Зайденберге, близ Циттау, во время богослужения 48 человек, которые были убиты или ранены», — пишет он в своей книге «Атмосфера». Вы обратили внимание: «...во время богослужения». Ну какое тут может быть неблагочестие? Дальше он продолжает скорбный список, рассказывая о поражении молнией людей, занятых благочестивыми делами в церквях и дома, прятаящихся от грозы в часовнях и звонивших в колокола на высоких колокольнях.

Немудрено, что параллельно со страхом перед гневом всевышнего существовало и сомнение в том, что удар молнии есть именно божья кара. А сомнение — это спусковой

крючок лавины познания. А в то время как одни молились о ниспослании им защиты от грозного огня, другие были заняты наблюдениями отнюдь не благочестивого свойства. Сначала наблюдениями и размышлениями, а потом и опытами. Слава им — смельчакам!

## Глава 2

### Первые шаги

Однажды в древнем Милете к философу Фалесу пришла дочь и протянула отцу веретено, сделанное из драгоценного камня-электрона. Время от времени финикийские купцы привозили изделия из этого желтого и прозрачного, как первый летний мед, камня в греческие города, где и продавали за большие деньги. Фалес не был чересчур богат, но для единственной дочери денег не жалел.

Девушка рассказала, что каждый раз, когда роняла веретено на пол, а затем, желая очистить его от приставшего сора, терла пряжей, упрямое веретено еще сильнее притягивало к себе сор, нити и пыль. Отчего так?

Подивился мудрец феномену, но еще больше — наблюдательности дочери. Однако отвечать не торопился. Девушка уже давно скрылась в женской половине дома-гинекее, а философ все сидел, размышляя над ее вопросом. Он любил думать.

Финикийцы рассказывали, что возникает прозрачный электрон в водах холодных северных морей, где даже солнечные лучи сворачиваются от мороза. От них-то и рождает стывающая вода желтый камень. Но о свойствах электрона притягивать к себе что-либо Фалес услышал впервые. Притягивать — создавать движение — суть свойство живого, одухотворенного... Он слышал, что таким странным свойством славятся черные камни из страны Магнезии. Люди уверяли, что по воле богов, питая склонность к железу, тянутся к нему эти камни с неодолимой силой... Но железо благородно, а почему льнет к сору электрон?

Солнце закатывается, и приходит время "кликнуть раба, чтобы тот принес светильник. Но философ не делает, этого. В наступившей темноте он обнаруживает, что, если потереть веретено из электрона рукой, — все оно покрывается крошечными голубыми искорками, которые вспыхивают и гаснут с легким треском, будто кто-то невидимый совсем рядом ступает осторожно по сухой выжженной солнцем траве...

Снова трет Фалес веретено дочери сухими ладонями и не может наглядеться и понять фантастическую картину. Сегодня он покажет это чудо ученикам и попробует порассуждать о его природе. Может быть, логика рассуждений приведет к истине. А пока нужно продумать основные постулаты, от которых отталкиваться в рассуждениях... «Только живое способно рождать движение. Не значит ли это, что электрон, как и камень-магнит, одушевлен?»

В ту пору среди софистов «тон» задавали орфики — последователи учения о душе, как о добром начале, как о частице божества, и о теле, как о «темнице души». Божественная сущность души была модным понятием и не сходила с языка любителей мудрости. Не отрицал ее существования и Фалес. Он рассуждал: «Не является ли поведение электрона-янтаря и магнита доказательством, что все в мире: камни, земля, наконец, сам мир — одушевлено? Пожалуй, эту — мысль, можно положить в основу сегодняшней беседы с учениками — „Душа размешана во всем мироздании“ и в доказательство привести притяжение сора электроном».

Размышляя и рассуждая о душе, о ее божественности, Фалес фактически выбрасывал из нее идеалистическую сущность и понимал душу лишь как источник движения, как силу. И это, несмотря на то, что никто из философов той поры, даже те, кто слыл атеистом, на самом деле богов не отрицали. Без них пока было еще не обойтись. Философы лишь старались найти и объяснить причины наблюдаемых явлений в мире исходя из свойств вещей и самого мира, а не из волеизъявления богов. Поэтому мы и

называем их натурфилософами.

Любители порассуждать не расчленили явления. Единым взглядом они старались охватить не отдельные детали, как это делает современная наука, а всю картину мира. При этом объединяли многие факты просто по сходству внешних проявлений. Почему притягивают магнит и электрон-янтарь? Почему этим же свойством обладают некоторые драгоценные камни?

Гай Плиний Старший, живший позже Фалеса, уже в начале нашей эры, писал в своей «Естественной истории»: «Эти камни (он имел в виду драгоценные камни своего времени: лихнис, тусклый карбункул, ионий и кархедоний. — А.Т.), будучи нагреты солнцем или трением пальцев, притягивают лоскутки бумаги и мякину». Как и большинство предшественников, Плиний был убежден в жизненной силе, исходящей от этих камней: «Кто не знает, что орлы и аисты не строят своих гнезд без размещения в них камней под названием лихнис для помощи и выживания птенцов и для отпугивания змей».

Чтобы проследить начало знакомства людей с магнитом, нам пришлось бы, наверное, углубиться в доисторические времена. Предки были весьма наблюдательны, и они не прошли мимо того явления, что время от времени на поверхности земли встречаются камни, притягивающие друг друга. Это было чудо. А всякое чудо привлекает внимание. Почему мертвый камень способен рождать движение? Почему магнит притягивает?

Над этим вопросом думали еще древние египтяне. Они называли магнитные камни костями бога Ра и считали их священными.

Не менее древние китайцы уже в VI веке до нашей эры знали о притяжении железа и железной руды кусками «чу-ши» — магнита. Позже они обратили внимание на способность «чу-ши» ориентироваться в пространстве и ошибочно приписывали это воздействию звезд. Китайцы же придумали прибор для гадания — железную пластину с нанесенными на ней знаками зодиака и «ложку», изготовленную из естественного магнита. Ловко управляя «магнитной ложкой», китайские маги предсказывали будущее. Существует предположение, что этот же прибор послужил прообразом для изготовления «указателя юга» — китайского компаса.

Вопрос о том, почему магнит притягивает, интересовал и брахманов Индии, которые называли его «тум-бака». Они по-разному толковали свойства магнита в многочисленных религиозно-философских школах.

Сегодня мы знаем более подробно о физических воззрениях и представлениях натурфилософов древней Эллады. Греки дали магниту много имен. В том числе им принадлежит и само название «магнит». Плиний уверял, что своим названием удивительный камень обязан волопасу Магнису, гвозди от сандалий которого и железный наконечник посоха прилипали к неведомым камням.

Однако Тит Лукреций Кар в своей поэме «О природе вещей» пишет, что слово «магнит» происходит от Магнезии — страны магнетов, где есть гора из камня, притягивающего железо.

Интересно, что русский путешественник В. Теплов, посетивший Магнезию (ныне провинция Манисса) в прошлом веке, подтвердил существование горы Сепил, на которой часто встречаются магнитные камни. Еще он писал, что гора эта знаменита частыми ударами в нее молний.

Любопытно, что тем же самым отличалась и гора Магнитная на Урале, почти целиком состоящая из железной руды — магнетита.

Пока людей на любой вопрос удовлетворял ответ «по божьей воле», особых неприятностей от загадки магнитного притяжения никто не испытывал. Но в том и заключалось величие и достоинство греческой мысли раннего периода, что она пыталась просто и конкретно ответить на все вопросы, обходясь без помощи сверхъестественных сил.

Древние греки не были безбожниками. Об этом говорят прекрасные мифы, созданные ими о богах и героях. Но относились они к своим небожителям довольно

иронично. Вспомните комедии Аристофана. Такое свободомыслие дало ученым Эллады уникальную возможность установить границы между наукой и религией. Первые натурфилософы практически ничего не знали о количественной стороне фактов и явлений, которые они наблюдали, и все-таки упорно искала ответы на вопросы о внутреннем механизме феноменов, о том, что скрывается за внешней стороной наблюдаемого.

В одно яркое солнечное утро 334 года до нашей эры в Пирей — афинскую морскую гавань вошла длинная и черная от покрывавшей ее борта смолы триера. Так назывались тогда суда с тремя рядами весел по бортам, с косыми парусами на мачте.

Пока матросы убирали спасти, на берег в сопровождении рабов сошел единственный пассажир. Небольшого роста и не спортивного телосложения, он не привлек внимания портовых зевак. Тем более что новоприбывший был далеко не молод. Время расцвета — акме, для мужчин греки считали его равным сорока годам, для него уже миновало. Редкие волосы, колючий, пронзительный взгляд и тонкие губы, словно змеящиеся в насмешливой ухмылке, делали его облик даже неприятным. Правда, выступал он важно — в белой тоге с цветной каймой, значит, был человеком с достатком...

Примерно так можно представить себе приезд великого стагирита — древнегреческого философа Аристотеля — в Афины.

Оставленный своим царственным воспитанником — Александром Македонским, Аристотель вернулся в Афины богатым человеком. Здесь, неподалеку от гимназии, посвященной Аполлону Ликейскому, философ купил землю и в парке, в просторных зданиях, организовал школу. Она так и стала называться Ликеем, или Лицеум, как привыкли произносить это название мы.

По вечерам Аристотель читал лекции для всех желающих. Он учил риторике, разбирал вопросы политики и этики, отвечал спрашивающим о феноменах природы. По утрам же, окруженный избранными учениками, прогуливался по дорожкам сада, вел дискуссии и пояснял наиболее запутанные вопросы логики и метафизики, внимательно наблюдая, чтобы его слова записывались на восковых табличках.

Рассказывают, что порой в полдень раздавался громкий стук в ворота. Рабы-привратники отворяли и впускали гонцов от бывшего ученика, ныне прославленного полководца Александра Македонского. Для афинян это был ненавистный победитель, враг. А для Аристотеля — ученик, воспитанник, которым он гордился. Что же привозили гонцы? Послания? Вряд ли. Никаких писем от Александра Македонского к философу той поры не сохранилось. Скорее — подарки. Именно благодаря им в Ликее Аристотель собрал великолепную библиотеку и создал настоящий музей. Невиданные камни, растения, шкуры животных и всевозможные диковинки из разных стран заполняли его комнаты. Пожалуй, большинством своих трудов по естественной истории Аристотель обязан именно этим подаркам. Не зря же он учил, что настоящий философ из капли должен видеть отражение мира.

Но главное — то, что присланные вещи будили мысль, воображение, рождали тысячи вопросов, на которые еще никто не смог дать ответа. В чем причина падения камня на землю? Почему дым от костра и искры стремятся вверх, летят от земли? В чем загадка притяжения «геркулесова камня», присланного Александром? Почему к магниту устремляется только железо, а натертый электрон-янтарь и согретые солнцем или огнем драгоценные камни притягивают любые другие легкие частицы?

Аристотель выдвинул понятие о внутренней целесообразности проявления и развития природы, о наличии у природы цели, а следовательно, и о жесткой предназначенности каждой вещи, каждого предмета и даже каждого живого существа. Только тогда наблюдаемый мир становился гармоничным и мог сохранять свою цельность. Он учил, что как деятельность человека содержит в себе некоторую определенную, существенную для него цель, так и все предметы природы в любом своем «стремлении» имеют некую высшую цель, заложенную в них изначально. При этом Аристотель считал, что именно эта внутренняя цель является причиной всех видов движения в природе — от нижних ступеней к самым верхним...

В мире Аристотеля каждая вещь должна была знать свое место. Сдвинутая, стронутая с него, она в естественном движении стремилась вернуться и занять его снова. Вот почему подброшенный камень падает вниз на землю, а огонь, имеющий свое обиталище в небе, мечет свои искры и дым вверх.

Птицы предназначены для того, чтобы летать, рыбы — чтобы плавать. Кошки — ловить мышей. Солнечный камень электрон — притягивать мелкие тельца, магнит — железо, а раб — повиноваться своему господину. Стройная и строгая, а главное, очень удобная концепция. Не правда ли?

Возникал неудобный вопрос: кем введена эта всемирная предназначенность? Тут материалистические позиции не выдерживали, и приходилось обращаться к всемогущим богам. Слишком мало знаний было еще накоплено людьми.

Такая идеалистическая антропоморфизация природных явлений, приписывание природе определенных целей, перенос на нее сугубо человеческой способности к целеполаганию, получила название телеологии, от греческих слов «цель» и «учение», то есть учение о цели, о целесообразности. Позже это идеалистическое учение в самых разных вариантах поддерживалось и развивалось многими философами и даже учеными-естествоиспытателями, например сторонниками витализма и т.п.

Однако в наше время современные достижения науки позволяют дать строгое объяснение в рамках диалектических концепций причинности всех явлений материального и духовного мира, включая и те, которые раньше по недостатку знаний могли служить некоторым основанием для «телеологического подхода» к их толкованию.

Сегодня все попытки возродить телеологию, создать, ссылаясь, к примеру, на кибернетику или молекулярную биологию, так называемую «материалистическую телеологию» должны рассматриваться как реакционные, отбрасывающие нас назад и потому имеющие отрицательное значение для общего прогресса познания.

### Сквозь тернии к звездам!

На страницах истории науки часто попадаются — удивительнейшие загадки и поразительные факты. Мы уже встречались с необъяснимым происхождением громоотводов у египетских и древнеримских храмов. Не менее загадочна история происхождения странного трактата о магните, вышедшего, вернее появившегося в рукописном виде в 1269 году.

Именно тогда, во время вынужденного бездействия при осаде итальянского городка Люцера, некий француз Пьер де Марикур написал прелюбопытнейшую книжку: «Послание о магните Пьера де Марикур, по прозванию Перегрин, к рыцарю Сигеру де Фукокур». Сказать определенно и достаточно точно, кем был Перегрин, трудно. А уж о рыцаре де Фукокур и вовсе ничего не известно. Тем не менее в трактате немало неожиданных сведений. Пьер де Марикур подробно излагает свойства магнитного камня и дает подробные указания, как находить у него полюса и как с его помощью намагничивать железную иглу компаса. Он пишет о «совокуплении» — притяжения разноименных полюсов и об отталкивании одноименных, о проникновении магнитных сил через стекло и воду. В отличие от древних воззрений китайцев и арабов, полагавших, что стрелка компаса притягивается Полярной звездой, Пьер де Марикур пишет: «...на самом деле она поворачивается к полюсу». Он утверждает, что «полюсы (естественных) магнитов получают силу от полюсов мира», то есть от земного магнита.

Вот только причину притяжения Южного и Северного полюсов объясняет он довольно туманно: «Южная часть притягивается той, которая имеет свойства и природу севера, хотя обе они имеют одну и ту же специфическую форму. Однако это не исключает некоторых свойств, существующих более полно в южной части. Но эти свойства северная

часть имеет лишь в возможности, и потому они при этой возможности и проявляются»<sup>3</sup>.

В заключение в трактате описывается прибор, демонстрирующий якобы «вечное вращение колеса под влиянием магнита»<sup>4</sup>.

Как хотите, но, чтобы сделать такое описание, нужно быть хорошо знакомым со свойствами магнитов, и не понаслышке, а воочию. Чем мог заинтересовать магнит мыслителей средневековья? Прежде всего необычайностью своих свойств, взаимодействием с железом. А вот прочтите сводку сведений о магнитах, которые были накоплены да начала Возрождения и считались неопровержимыми.

1. Прием магнита внутрь «в малых дозах» продлевает молодость.

2. Если положить магнит под подушку, то он сбросит с постели прелюбодейку.

3. Днем магнит притягивает сильнее, чем ночью.

4. Магнит открывает любые замки и запоры,

5. Магнит является прекрасным слабительным.

6. Если потереть магнит чесноком или положить рядом с ним бриллианты, его сила исчезнет.

7. Стоит завернуть магнит в красную материю, как сила его увеличится. То же самое произойдет, если выкупать его в крови козла.

8. Магнит, который хранится в рассоле из рыбы прилипалы, может извлекать золото из самых глубоких колодцев.

9. Существуют магниты, которые притягивают серебро, алмазы, яшму, стекло, есть магниты мясные и магниты для дерева. В заволжских степях растет удивительное растение «баранец», которое притягивает к себе живых овец и пожирает их...

Перечень этих «наидостовернейших сведений» можно при желании продолжить.

Между тем в том же XII веке известнейший алхимик Гебер писал: «У меня был магнит, поднимающий 100 драхм железа. Я дал ему полежать некоторое время и поднес к нему другой кусок железа. Магнит его не поднял. В куске оказалось 80 драхм. Значит, сила магнита ослабла». То есть Гебер уже знал явление «старения» магнитов.

Чрезвычайно интересна догадка Аверроэса (Ибн Рушд). По его мнению, естественный магнит искажал ближайшее к нему пространство в соответствии со своей формой. Эти области искажали следующие за ними и так далее, пока они не достигали железа... Не кажется ли вам, что при желании в этих рассуждениях можно усмотреть намек на особую форму материи — магнитное поле?

И конечно, магнит был незаменим для всякого рода гаданий. Вряд ли что-нибудь еще могло так воздействовать на жителя средневековья, как самостоятельное движение или волеизъявление куска магнита. Из обломков естественных магнитов получались превосходные амулеты, которым знахари и прочие шарлатаны придавали самые невероятные свойства. А люди верили...

«Per aspera ad astra!» («Сквозь тернии к звездам!») — любили говорить древние. Мы себе подчас даже не представляем, как трудно было первым ученым пробиться к свету истины сквозь нагромождения привычек, суеверий, обычаев и ложной практики, накопленной обществом. Можно привести в качестве примеров немало трагических фигур, загубленных судеб...

В 1600 году из-под печатного пресса вышел обширный труд Уильяма Гильберта — лейб-медика" королевы Англии Елизаветы. Назывался он «О магните, магнитных телах и о великом магните — Земле». Манускрипт в шести книгах написан прекрасным латинским языком. Вам, может быть, не очень понятно, почему лейб-медик занимается исследованиями магнита? Попробую объяснить.

О магните с незапамятных времен ходили невероятные легенды. В медицине XVI века, в химии и в ятрохимии, как называли тогда фармакологию, изучающую действие

<sup>3</sup> Цит. по кн.: Карцев В. Трактат о притяжении. М., 1968, с. 11

<sup>4</sup> Цит. по кн.: Дорфман Я. Всемирная история физики. М., 1974, с. 111

лекарств на организм человека, магнит занимал почетное место, которого он не уступил столетие спустя и позже. Но всегда его применению сопутствовала какая-то чертовщина, мистика. Причина, по-видимому, лежит в загадочности свойств магнита притягивать к себе железо без видимых глазом усилий, без зримых передатчиков силы. Магнит был необходимой принадлежностью астрологов всех времен. Те приписывали его действие звездам.

Еще древнеримский врач I века нашей эры Диоскорид Педаний прописывал носить магнит от меланхолии и для улучшения настроения. Другой философ и врач Марцелл в IV веке нашей эры рекомендовал надевать магнитное ожерелье при головной боли.

Знахари уверяли, что магнит возвращает молодость, красоту и здоровье. Об этом писал Гебер, или Джабир ибн Хайян, потому что именно так звучало его арабское имя на пороге VIII и IX веков. И лишь позже латинисты переделали его в Гебера.

Великий Авиценна (Ибн Сина) — Абу Али Хусейн ибн Абдаллах — в XI веке лечил магнитом селезенку, а Альберт Фон Больштедт — алхимик XIII века — считал, что ношение кольца с магнитом на левой руке избавляет человека от ночных кошмаров. Не потому ли, много лет спустя, уже в просвещенных XVII и XVIII столетиях достопочтенный сэр Исаак Ньютон, весьма неравнодушный к тайнам алхимических превращений, носил перстень с сильнейшим магнитом. Его магнитный камень притягивал к себе груз, превышающий его вес в 50 раз.

Много писал о целебных свойствах магнита и Другой арабский врач — знаменитый Аверроэс, настоящее имя которого звучало слишком сложно для европейского уха — Абул-Валид Мухаммед, ибн Ахмед. Он жил в XII веке в Кордове и, как все средневековые врачи" утверждал, что толченый магнит с водой — прекрасное слабительное.

После работ Агриппы Неттесгеймского, Парацельса, других врачей и специалистов по различным вопросам магии магнит стали широко использовать в качестве лечебного средства против нервных болезней.

Все это Гильберт, разумеется, знал. В его арсенале находились и методы лечения знаменитого Парацельса, который отдавал должное магниту... В общем — понятно. Королеве исполнилось семьдесят. И ее волновала проблема сохранения если не молодости, то здоровья, залогом чего, как известно, является прежде всего исправное функционирование августейшего желудка.

Отдадим Гильберту должное. После многолетних опытов и исследований он осмелился, несмотря на авторитеты, утверждать, что прием толченого магнитного камня внутрь «вызывает мучительные боли во внутренностях, чесотку рта и языка, ослабление и сухотку членов...». Правда, он не протестовал против того, что девушкам тот же магнит «возвращает красоту лица и здоровье... поскольку сильно сушит и стягивает, не причиняя вреда».

Некоторое противоречие имеется, конечно. Ну а представьте на минутку себя на месте лейб-медика. Многие годы вы занимаетесь опытами с магнитом и уверяете королеву, что ищете способ сохранить ее драгоценное для подданных здоровье. И за это получаете приличное вознаграждение. Но затем выпускаете в свет ученый труд, из которого ясно, что лекарства, коими вы пользовались своих пациентов, могут лишь ухудшать их самочувствие. После такого откровения карьера лейб-медика могла прийти к концу... Гильберт был умен и не понимать этого не мог.

Представим себе, что королева и двор — в Виндзоре, в красивейшем месте графства Беркс. От центра Лондона примерно километров двадцать. Здесь, на правом берегу Темзы, еще в XI веке Вильгельм Завоеватель построил замок. Потом его много раз перестраивали, украшали, им в конце концов он стал любимым местом жительства английских королей.

В Виндзоре всегда весело: охота, театральные представления, торжественные приемы. Правда, возраст королевы уже не тот, не та прыть... Сегодня она предпочитает тихие развлечения. И потому на вечер назначена демонстрация чудес доктора Гильберта с магнитами. А вот и он сам: слегка лысоват, высок, лет шестидесяти. Бритый подбородок выдает в нем человека, не принадлежащего к придворной аристократии. Одет скромно: в

черном атласном камзоле с испанским воротником и в плаще. Висячие усы не позволяют заподозрить в нем священника. Он переставляет различные предметы на столе, приготовленном для показа опытов. Все ждут королеву.

— Ваше величество! — Гильберт говорит мягко, приятным голосом, как и подобает врачу. — Я собираюсь, если будет на то божья воля, не умаляя заслуг тех, кто говорил о том до меня, изложить здесь перед вами открытую мною с помощью многих трудных и дорогостоящих экспериментов истину, которая противоречит мнению многих других философов, даже самых древних... Почему магнитная стрелка, применяемая на кораблях вашего доблестного флота, одержавшего беспримерную победу над Великой Армией, всегда показывает одно направление? Почему? — Он поднимает над головой шар. — Этот шар, выточенный с немалыми расходами из магнитного камня, я назвал тереллой. Что означает маленькая земля — «земелька». Я подношу к ней магнитную стрелку, и вы видите? Джентльмены все видят, как один конец стрелки притягивается к одному полюсу тереллы, а другой — к другому. Не так ли ведут себя и стрелки компасов, установленных на кораблях флота ее величества? И не значит ли это, что и вся наша Земля является одним «большим магнитом»?

Гильберт водит железной стрелкой по поверхности тереллы.

— Взгляните, ваше величество, на разных удалениях от полюсов стрелка по-разному наклоняется к горизонту. Это открыл верный подданный вашего величества Роберт Норман — строитель компасов, доказав тем самым, что точка притяжения магнита находится не на небе... — он слегка поклонился в сторону лорда адмиралтейства: зачем важивать себе врагов при дворе? — а на земле.

Вперед протиснулись два адмирала. В те времена умели достаточно точно определять по высоте светил, на какой широте находится судно в открытом море, но никто не знал, как определять долготу.

Наши моряки верят, что стрелку притягивают, огромные железные горы, которые скрыты во льдах на севере. Мореплаватели рассказывают, что эти ужасные горы притягивают неосторожно приблизившиеся корабли и вытягивают из них гвозди, так что те разваливаются, обрекая на гибель команду...

Гильберт терпеливо напоминает об арабских сказках, повествующих о подобных же случаях, и добавляет:

— Взгляните, как ведет себя стрелка возле тереллы. Ее наклонение уменьшается к экватору, тогда как на магнитных полюсах она стремится встать торчком. Нет, джентльмены, все дело в том, что наша Земля, как и терелла, — магнит...

Гильберт кладет маленькие магнитные стерженьки в легкие кораблики и пускает их плавать в корыто с водой. Всплескивают руками дамы, наблюдая, как устремляются под действием притяжения разноименных полюсов друг к другу легкие суденышки и как расходятся они, стоит повернуть магнетики навстречу друг другу одноименными концами. Присутствующие в восторге.

Наконец королева зевнула. Ученая беседа утомила ее и давно наскучила остальным. Лишь Бэкон, казалось, был готов слушать до бесконечности, но его глаза так часто загорались блеском сдерживаемого возражения, что Гильберт старался не смотреть в его сторону. Он тоже устал. Не доверяя слугам, после ухода придворных он собрал свои приборы и ушел почти незамеченным.

«Из доказательств наилучшее есть доказательство опытом, — напишет Бэкон спустя несколько лет и тут же добавит: — Однако нынешние опыты бессмысленны. Экспериментаторы скитаются без пути, мало продвигаясь вперед, а если найдется серьезно отдающийся науке, то и он роется в каком-нибудь опыте, как Гильберт в магнетизме». Странное высказывание для того, кто во главу всей новой науки требовал поставить экспериментальный метод. Но Бэкон — противоречивая натура, и трудно сказать, насколько принципиальные побуждения двигали им в оценках трудов современников.

Зато совсем иначе звучит отзыв Галилея, жившего в то же время: «Величайшей похвалы заслуживает Гильберт... за то, что он произвел такое количество новых и

точных наблюдений. И тем посрамлены пустые и лживые авторы, которые пишут не только о том, чего сами не знают, но и передают все, что пришло им от невежд и глупцов».

К сожалению, сам Гильберт об этой блестящей оценке уже узнать не мог. В марте 1603 года умерла королева, а несколько месяцев спустя и ее врач.

Все свое имущество Гильберт завещал Лондонскому обществу медиков. Однако большой пожар уничтожил приборы. И остались лишь сочинение «О магните...» да имя на обложке. Но много ли нового узнали мы о магнетизме и магните за прошедшие столетия?

Сегодня магнетизм широко применяется в науке и технике. Явления магнетизма важной составляющей вошли в основу нашей цивилизации.

Ну а почему Земля — магнит? Как возникает магнитное поле, и что является его носителем? Какое влияние оказывает магнитное поле на жизнь?

Увы, главные свои тайны «черный камень из страны магнетов» по-прежнему хранит в неприкосновенности.

А что же Гильберт? Сохранилась ли должная память о нем в наш перегруженный информацией век? Какой памятник мы, потомки, поставили великому создателю науки о магнетизме, подарившему нам еще и термин «электричество»?

В память о нем единица напряженности магнитного поля в международной системе единиц «СИ» называется сегодня «гильберт». И прав английский поэт Джон Драйден, написавший, что «Гильберт будет жить, пока магнит не перестанет притягивать».

Магнитное притяжение. XX век

Что мы понимаем под магнетизмом в наши дни? Прежде всего — это совокупность явлений, обусловленных магнитным воздействием, которое передается и осуществляется с помощью магнитного поля.

Честно говоря, я бы не стал утверждать категорически, что приведенная выше формулировка дает полную ясность человеку, ну скажем... чисто гуманитарного образования. Что такое — магнитное поле? И вообще, в чем заключается механизм взаимодействия? Помните: земля притягивает подброшенный камень, магнит притягивает железо, электрон-янтарь притягивает сор.

Мы часто употребляем слова, не очень задумываясь над их внутренним смыслом. Возьмем хотя бы слово «взаимодействие». Два сотрудника заняты одним делом — они взаимодействуют. Два собеседника беседуют. И это — взаимодействие. На спортивной площадке две команды играют в волейбол: игроки одной команды, взаимодействуя друг с другом, не дают упасть мячу на землю.

Не значит ли это, что взаимодействие — совместное действие отдельных частей, объединенных этим взаимодействием в систему? А почему бы и нет? Прекратился разговор, вы разошлись, распалась система из двух собеседников. Закончилась игра в мяч — нет. больше команд, нет игровой системы.

Всякое действие предполагает обмен силами. А что является переносчиком этих сил? В разговоре — слова. В игре — мяч. А в окружающей природе?

Пожалуй, самым первым видом взаимодействия, на которое обратил внимание человек, было взаимодействие тяготеющих масс — гравитация, или тяготение. Ведь это оно обеспечивает всем предметам на Земле их вес, а подброшенному камню — возвращение к поверхности. Оно же определит движение спутников вокруг планет, планет — вокруг звезд, а потом и самих звезд и даже галактик...

Следующим по старшинству шло электромагнитное взаимодействие. Электромагнитные силы по своему действию оказались похожими на гравитационные. Они также проявляются на большие расстояния и ослабевают постепенно, обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Изучая их проявление, ученые создали стройную теорию электромагнитного поля, во многом похожую на классическую механику. И вопрос о том, что же является переносчиком сил, ученых сначала особенно не беспокоил.

Но в начале XX века возникла квантовая теория Макса Планка и теория фотоэффекта, предложенная Альбертом Эйнштейном, и они заставили физиков

посмотреть — на явления под иным углом зрения. Оказалось, что для электромагнитных сил переносчиками являются фотоны, световые частицы, — или кванты.

Представьте себя с приятелем в паре. Условие вашего совместного существования — взаимодействия — постоянный обмен мячом, как в баскетболе — задерживать его у себя нельзя, но и бросить на произвол судьбы вы не имеете права. Чем мяч легче и меньше, тем дальше вы можете отойти, друг от друга, перебрасываясь им, тем больше у вас свободы. А если, это не мяч, а чугунное ядро от старинной пушки?

А, теперь, разделим, электромагнитное взаимодействие, на два — электрическое и магнитное. При электрическом носителями сил являются элементарные, маленькие, заряды-электроны. А при магнитном взаимодействии?

Давайте подойдем к вопросу с другой стороны. Сегодня мы знаем, что все вещества в той или иной степени обладают магнитными свойствами. Одна меньше, другие больше. Магнитные поля существуют у многих космических тел и играют важную роль в фундаментальных, астрофизических и космогонических явлениях. Магнитные моменты есть и у электронов, протонов и нейтронов, из которых построены атомы. Но как же они взаимодействуют, чем обмениваются?

Магнитные свойства многих, веществ мы знаем и с успехом применяем в электро — и радиотехнике, в автоматике и вычислительной технике, в телемеханике, в морской и космической, навигации, в геофизических методах разведки полезных ископаемых, наконец, для контроля качества металлических изделий, но... как же все-таки притягивает один постоянный магнит другой? Как взаимодействуют их магнитные поля?

В 1931 году замечательный английский, физик Поль Адриен Морис Дирак опубликовал статью, в которой наряду с фундаментальным квантом электричества — электроном, обладающим единичным, электрическим зарядом, ввел и фундаментальный квант магнетизма — частицу, обладающую, единичным магнитным зарядом, магнитный полюс. Он тут же получил название монополя. Дирака, или просто — монополя.

С электричеством, все было в порядке. Электрон был открыт еще в 1897 году английским физиком Джозефом Джоном Томсоном. Развитие теории электрона, способствовало созданию теории относительности. Из нее выросла физика XX века — квантовая теория взаимодействия.

А зачем нам магнитный монополю? Неужели только для того, чтобы наглядно понять магнитное взаимодействие? Конечно, нет! Мы бы сконструировали из них источники невиданных энергий, создали бы микрогенераторы и микродвигатели, построили бы ускорители в сто раз более мощные, чем существующие сегодня, для разгона заряженных частиц. Мы бы осчастливили медиков и биологов, мы бы... Да что там говорить! Разве мог кто-нибудь в 1897 году сказать, к чему приведет открытие крошечного электрона! Так и сегодня — трудно даже перечислить, что могло бы дать нам получение магнитного монополя!

Первый эксперимент был поставлен в том же году, когда вышла статья Дирака. Ученые пытались найти монополю опытным путем. Однако их постигла неудача. Следующая попытка была совершена в начале сороковых годов. Снова неудача! 1951 год — тот же нулевой результат при поиске монополей в потоках космических лучей. Затем исследовали метеориты. Опять ничего! Начиная с 1959 года — поиски на самых мощных ускорителях мира, в глубинах Тихого океана...

Нет, нет и нет!

В 1975 году, — во второй половине августа, почти все газеты и многие журналы мира опубликовали сообщение о том, что группа американских физиков под руководством Прайса нашла следы неизвестной частицы, которая, может быть, могла бы претендовать на роль магнитного монополя... Большинство ученых отнеслось к этому сообщению скептически. А поскольку результат эксперимента не повторился, то открытия магнитного монополя пока, увы, не состоялось.

Существует мнение, что монополи слишком тяжелы, чтобы их можно было бы открыть на современном ускорителе. Теоретики предполагают, что значение массы монополя может быть более трех тысяч масс протона. А на такие частицы нашим земным

ускорителям еще долго не будет хватать энергии.

А может быть, никаких магнитных монополей в природе не существует? Но тогда непонятной становится причина, почему их нет. В чём заключается принцип запрета на их существование?

Вот вам и простой древний магнит! Он еще далеко, не раскрыл своих тайн человеку. И кто знает, когда это произойдет...

## Глава 3

### Чудо магнитного притяжения

Простая вещь компас, а все-таки поведение стрелки, всегда упорно тянущейся к Северному полюсу, производит впечатление чуда. Альберт Эйнштейн писал об этом в своей «Творческой биографии»: «Чудо такого рода я испытал ребенком 4, или 5 лет, когда мой отец показал мне компас. То, что эта стрелка ведет себя так определенно, никак не подходило к тому роду явлений, которые могли найти себе место в моем неосознанном мире понятий (действие через прикосновение). Я помню еще и сейчас — или мне кажется, что помню) — что этот случай произвел на меня глубокое и длительное впечатление. За вещами должно быть еще что-то, глубоко скрытое...»

Кто изобрел компас — неизвестно. Разные народы приписывают себе эту честь. Говорили, что в древние времена у китайцев уже существовали повозки, снабженные «указателем юга», прибором, который не давал заблудиться странникам. Может быть, это и были первые компасы?

В Европе этот прибор появился в XII веке. Во всяком случае, о нем есть упоминания в хрониках, относящихся примерно к этому времени. Но знали тогда о свойствах магнита мало. И применяли компасы редко. Ориентировались в основном по солнцу или ночью по Полярной звезде (если иметь в виду мореплавателей нашего Северного полушария). Было это не слишком удобно. Во-первых, требовалась ясная погода, во-вторых — неподвижная палуба. Впрочем, и нужда пока была невелика. Эпоха Великих путешествий еще не наступила.

Все переменялось, когда наступил XV век. На корабле Колумба компас уже был. Матросы и офицеры верили ему безусловно. И именно по его указаниям Адмирал Моря-Океана направлял небольшую эскадру на запад.

Но как только из виду скрылись берега последнего из известных в то время островов, обстановка на судах Колумба стала накаляться. Матросы, набранные из портовых тюрем насильно, и их более профессиональные коллеги волновались, а сказать попросту — трусили. Это не должно нас с вами удивлять. Ведь на то, чтобы отправиться в XV веке в неизвестное «Море Мрака», именно так назывался Атлантический океан, требовалось мужества наверняка не меньше, чем для полета на космическом корабле на Луну, Там и техника обладала меньшей надежностью, и жизнь была не так комфортна, как на борту пилотируемых космических кораблей. Да и знаем мы о нашем естественном спутнике куда больше, чем знали во времена Колумба о Мировом океане. Зато рассказов о всяких ужасах и о поджидающих там чудовищах было предостаточно. Сегодня, отправляясь в заатмосферный полет, космонавты ни на минуту не теряют связи с Землей. Нужно ли говорить, что во времена Колумба радио не существовало. Единственная отрада, единственная вещь, обещающая возможность возвратиться, — был компас. Немудрено, что, когда адмирал подходил к рулевому и взглядывал на стрелку, плавающую в котелке на куске пробки, за ним следила не одна пара глаз...

Через несколько дней плавания Колумб почувствовал что-то неладное. Моряки давно знали о том, что стрелка в принципе указывает не совсем точно на север. Угол ошибки (склонение), был постоянен при каботажных плаваниях, всем известен и на него спокойно вводили поправку, сверяя показания компаса с точным направлением на

путеводную Полярную звезду. Но стал Великий Адмирал примечать, что угол склонения почему-то постепенно уменьшается. Вот уже стрелка точно направилась на Полярную звезду и даже собирается перейти на другую сторону... Это катастрофа! Матросы зароптали, требуя немедленно повернуть обратно. Назревал бунт.

И тогда во время ночной вахты Колумб тайком от всех повернул шкалу компаса — картушку так, чтобы вернуть привычное склонение, а угол преднамеренной ошибки записал шифром в журнал.

Наутро он вызвал на флагман, преданных ему офицеров, зарядил pistols и вышел со свитой на бак, где объявил команде, что в этой части моря Полярная звезда кажется смещенной со своего обычного места, а компас, конечно, показывает правильное направление. После посещения Индии, куда сейчас плывут они разбогатеют и по верному компасу счастливо возвратятся в родную Кастилию.

И что вы думаете? Матросы поверили своему адмиралу. Другой надежды у них не было. Кроме того, очень уж внушительно выглядели pistols за поясом у Колумба. А весь экипаж знал, что он отлично стрелял. Да и поверить в то, что звезда сошла со своего места, было куда легче, чем разувериться, в компасе. Так Колумб, открыл сначала магнитное склонение, а уж потом — Америку.

Мы с вами со школьных лет знаем, что географические и магнитные полюса Земли не совпадают. В Северном полушарии расстояние между ними — больше полутора тысяч километров, И находится Северный магнитный полюс где-то в океане, между Гренландией и Северо-Американским материком.

Интересно, что Гильберт, который ввел само понятие магнитного полюса Земли, считал его точно совпадающим с географическим.. А склонение приписывал тому обстоятельству, что океаны окружены материками, в состав которых входят магнитные породы разной намагниченности. При этом лейб-врач английской королевы не очень-то и ошибался, придавая природным магнитным материалам такое большое значение. Они действительно создают локальные аномалии магнитного поля, причем часто значительные. Например, в некоторых местах Курской магнитной аномалии угол магнитного склонения меняется от плюс  $180^\circ$  до минус  $180^\circ$ . И величина магнитного поля намного превосходит обычную.

Однако еще неожиданнее звучит сравнительно недавнее открытие геофизиков: оказалось, что магнитные полюса нашей планеты — довольно неподвижные точки на ее поверхности. Например, 570 миллионов лет тому назад магнитный полюс Северного полушария находился почти на экваторе. А если углубиться еще дальше, в геологическую историю Земли, то можно отыскать периоды, когда оба магнитных полюса вообще менялись местами. Именно в связи с подвижностью полюсов точные магнитные карты в наше время приходится обновлять каждые пять — десять лет.

Надо сказать, что упрямое стремление намагниченной стрелки занимать всегда одно и то же положение в прошлом производило впечатление на всех несведущих людей. На Востоке при помощи намагниченного куса железа было распространено гадание. Впрочем, не менее популярно оно и сейчас.

Несколько лет назад с группой коллег-литераторов мне довелось побывать в Японии. Это была интересная поездка, заполненная незабываемыми встречами с деятелями культуры и науки, знакомством с техническими и научными достижениями японцев. Но мне бы хотелось рассказать лишь об одном, в общем-то незначительном, эпизоде, имеющем, как мне кажется, прямое отношение к теме книги.

Вечерами, когда в 14-миллионном Токио солнце скрывается за крышами небоскребов, а на зданиях офисов и универмагов загораются первые рекламы, лихорадочный ритм жизни столицы спадает. Некоторое время мимо вас по тротуару еще проносятся запоздалые служащие. Но уже все чаще возле подземных переходов можно видеть пожилых японцев, сменивших европейские костюмы на темные кимоно, а жаркие ботинки — на свободные гета. Они уже — не спешат... Вот встретились двое знакомых: согнувшись под прямым углом, долго обмениваются любезностями среди обтекающей их толпы. Никто не возмущается, это ведь так понятно: вечером на Гинзе встретились люди,

давно не видевшие друг друга. Они желают один другому счастья...

К десяти толпа на широких, тротуарах сильно редет, и сквозь нее становятся видны у стен сгорбленные фигуры за крохотными столиками, освещенными переносными лампочками от карманных фонариков. Это гадалщики — астрологи и хироманты, непременный атрибут японских городов, да и не только японских. Сообщите им дату своего рождения, протяните ладонь, и за 500 иен они вам расскажут все, что было, что будет и чем сердце успокоится<sup>5</sup>.

Когда-то, работая над книгой по истории астрономии, я занимался различными гороскопами, так то должно быть понятно мое любопытство, при встрече с этими символами на улицах современного города. А не изменился ли восточный зодиак с тех далеких времен? И как по нему гадают сегодня?

К сожалению, по-японски я знал только одно слово «аригато»«спасибо», а мой школьный английский оставлял желать лучшего, Правда, я говорил немного по-немецки. В один из вечеров, я наткнулся на гадалщика-астролога, вполне прилично изъясняющегося на немецком языке. «Позолотив ручку», я сел за легкий столик возле нагретой дневным солнцем стены какого-то универмага.

Он был очень серьезен, этот пророк в белых мятых джинсах и такой же мятой рубашке, в больших очках и с неожиданно юной физиономией. Он внимательно, выслушал и записал на бумажке год, месяц и число моего появления на свет. Раскрыл папку, в которой лежали таблицы. Достал микрокалькулятор и углубился в расчеты. Потом на свет появилась дощечка из металлизированной пластмассы с начертанными на ней линиями, клетками и знаками восточного зодиака. Следом за дощечкой предсказатель извлек из сумки маленький ковшик, выточенный из черного камня. Он поставил на дощечку ковшик, и тот сразу, как живой, повернулся на круглом своем донце в определенную сторону. «Э! — подумал я. — Да это ведь старый знакомый, магнит...» Я вынул из кармана ключ и приложил, по очереди к ковшику и к доске. Тот и другой предмет притягивали. Мой астролог улыбнулся. Наверное, подумал, что недоверчивый иностранец хочет проверить качество его «оккультной техники».

Затем он честно исписал два тоненьких листка какими-то расчетами и иероглифами, прежде чем поднял на меня глаза и стал прорицать...

Электрическая лампочка над складным столом и гороскоп за 500 иен. Микрокалькулятор и магнитный ковшик тысячелетней давности на службе оккультного бизнеса. И бессмысленные предсказания, для того чтобы заработать деньги для продолжения учебы — астролог оказался студентом.

В поисках выхода из замкнутого круга социальных противоречий люди капиталистического мира бегут в потусторонний мир «просвещенного богомыслия», пытаясь поставить на службу ему не только научнообразные толкования, но и природные феномены вкупе с современной техникой.

В чем же причина магнетизма нашей планеты? Этот вопрос с давних пор не давал покоя ученым. И каждый раз, когда знания о внутреннем строении Земли пополнялись новыми открытиями, предположениями и гипотезами, их тут же примеряли к решению «геомагнитной загадки». Когда геофизики остановились на предположении, что земное ядро все-таки состоит из тяжелых металлов или окислов металлов, находящихся в жидком состоянии, снова воскресла гипотеза: не намагничивается ли земной шар электрическими токами, которые текут в его жидком металлическом ядре? Американский физик Эльзассер считал, что природа «устроила» идеальные условия для возникновения электродвижущей силы в земном ядре. Температура там в зависимости от глубины может быть разной. Различны могут быть и контакты между металлами. Вот вам и причина для возникновения термоэлектрических токов, которые возникают именно при контактах разнородных металлов, находящихся при различных температурах. В конце концов, струи расплавленного металла и токи в них должны создать могучие потоки,

---

<sup>5</sup> 1000 иен по существовавшему во время нашей поездки курсу соответствовали примерно 3, 25 рубля

охватывающие земную ось, и породить мощное магнитное поле. Но как раз на этом этапе рассуждения в стройную гипотезу вмешались скептики. Они предлагали подтвердить выводы расчетами. Для этого следовало в точности знать движение жидкой оболочки ядра, его состав и сопротивление. В общем, гипотеза Эльзассера носила лишь качественный характер, не поддаваясь никаким расчетам. Правда, зря она не пропала. Новый подход к решению проблемы предложил советский физик Я.И. Френкель, К тому времени почти все геофизики соглашались с тем, что внешняя оболочка ядра, так же как и само ядро, обладает отличной электропроводимостью. Поэтому движение жидкости внешнего слоя и не совпадающее с ним вращение внутренней части ядра должны напоминать движение проводника в магнитном поле, как это происходит в обыкновенной динамо-машине.

В чем же принцип работы электрического генератора? Прежде всего любой генератор состоит из двух главных частей — неподвижного статора и подвижного ротора. Магниты статора создают начальное магнитное поле. Когда витки провода, намотанного на ротор, пересекают силовые линии магнитного поля, в проводе появляется небольшой электрический ток. Он создает свое магнитное поле, которое усиливает поле статора. А усилившееся поле в свою очередь увеличивает ток ротора. С каждым оборотом, как лавина, скатывающаяся с горы, магнитное поле генератора нарастает, пока не достигнет своего заданного и заранее рассчитанного инженерами значения. С этого момента генератор включается в нормальный режим.

А не так ли работает и ядро Земли? Ведь слабое изначальное магнитное поле наша планета может себе создать хотя бы за счет вращения. А дальше это поле уже усиливается по принципу динамо-машины.

Это предположение получило название «динамотеории» и в дальнейшем разрабатывалось и уточнялось многими исследователями. Сегодня, пожалуй, можно сказать, что «динамотеория» не единственно возможная гипотеза, но по уровню современных знаний о внутреннем строении Земли она вполне удачна.

В наши дни геомагнитные исследования приобрели новый размах. За последние десять — пятнадцать лет ученые накопили столько сведений, сколько не могли собрать за все прошедшее время. И есть основания надеяться, что ответ на вопрос: «Почему Земля магнит?» — теперь уже не за горами.

### Почему «на пазорях метка дурит»

Поздней осенью 1984 года мне выпала интересная командировка в Якутию. Цель ее — познакомиться с добычей алмазов и золота в этом северном регионе нашей страны., Сначала самолетом до Якутска, потом еще и еще самолетом на самый северный горно-обогатительный комбинат объединения «Якутзолото», в поселок Кулар, один из центров добычи трудного заполярного золота.

Самолет прилетел в девятом часу. Середина октября, а здесь, вблизи от Ледовитого океана, минус 30°. Скользя по непривычному еще для нас снегу аэродрома, в Ленинграде было плюс 17°, мы подошли к краю летного поля, где нас ждал заместитель директора «Куларзолото», старожил Заполярья с неожиданно знойными именем и фамилией — Вреж Хачикович Аветесян. Да, да, все именно так: выпускник горного института, он приехал в Заполярье с юга. Думал, ненадолго, да вот остался. Север так просто не отпускает.

Мы подошли в «уазику», влезли в теплый от работающей печки салон, наполненный шорохом, и треском бесконечных разрядов от включенной радиации. Напрасно Аветесян надрывался, выкрикивая какие-то поручения. Чтобы посочувствовать, я предположил:

— Техника барахлит?

— Нет, с техникой порядок. Природа барахлит. Магнитная буря. Когда сполохи играют, беда со связью.

Я ахнул:

— Какое сияние, где? Никогда в жизни не видел полярного сияния, о котором

столько слышал, столько читал...

— Да вон оно висит, — махнул рукой Аветесян.

И тогда я тоже увидел. Сначала сквозь лобовое стекло. Потом попросил остановиться, выбрался наружу, и во всей красе предстала передо мной длинная зеленоватая вуаль, крупными складками висевшая в ночном небе. Прозрачная, словно сотканная из тюлевого полотна, она спокойно пропускала свет звезд, слабо фосфоресцируя на черном фоне. Под нею по обе стороны от зимника уходила к горизонту заснеженная тундра. Бескрайнее небо с яркими звездами придавило безмолвный мир, ограничило. И поперек над всем величественным безмолвием медленно колыхался длинный световой занавес, будто поднятый вверх перед началом предстоящего действия.

До сей поры, мне кажется, я не видел в жизни ничего более впечатляющего. А ведь, судя по спокойствию наших спутников, местных старожилов, по их рассказам, по описаниям путешественников, это было одно из самых заурядных полярных сияний. Что же представляли собой выдающиеся? Вот, например, как описывает Фритъоф Нансен зрелище, свидетелем которого он оказался в ночь под рождество 1895 года. Тогда, покинув вмерзший в лед корабль, он вдвоем со своим спутником Иогансенем брел, не очень представляя, где находится. И все же у ученого достало сил и мужества на исключительное по силе и выразительности описание, сделанное в путевом дневнике. Нансен писал: «Погода почти тихая, и такой приятный лунный свет; невольно настраиваешься на торжественный лад. Это покой тысячелетний. После полудня было редкое северное сияние. Когда я вышел в 6 часов, яркая светло-желтая дуга перекинута была над южным краем неба. Долгое время она оставалась спокойной, почти не изменяясь. Затем началось сильное свечение у ее верхнего края, за черным гребнем горы с минуту продолжалось пылающее; затем вдруг свечение распространилось вдоль дуги на запад, к зениту ото всей ленты метнулись лучи, и не успел я опомниться, как вся южная часть неба, от дуги до зенита, была объята желтым пламенем. Оно сверкало и горело, кружилось, словно в вихре ветра (движение происходило по солнцу), лучи летали взад и вперед, то красные и красно-фиолетовые, то желтые, зеленые и ослепительно белые; то у основания лучи были красные, а наверху желтые и зеленые, то наоборот. Выше и выше поднималось пламя; вот оно достигло и северной стороны зенита — на мгновение в нем образовалась великолепная корона; потом все обратилось в одну крутящуюся огненную массу; это был точно водоворот огня, красного, желтого и зеленого, — глаз ослепляло это зрелище. Оно походило на сильный электрический разряд. Затем сияние перешло на северную часть неба, где оставалось долго, хотя уже не было такое блестящее...»

Прекрасное, глубоко эмоциональное описание. Но такое сияние удается природе<sup>6</sup> сотворить, к счастью, не так часто. Я говорю «к счастью», потому что за ним стоит сильнейшее возмущение магнитного поля Земли, настоящая магнитная буря, сбивающая с толку компасы и нарушающая радиосвязь. Ту самую радиосвязь, без которой вообще невозможно освоение высоких широт.

Для нас, жителей северных мест, полярные сияния не столь редкие явления. Они часто бывают и над Ленинградом, лишь наше нелюбопытство да блеск уличных фонарей мешают горожанам насладиться роскошным зрелищем.

Полярные сияния знакомы людям с давних времен. В Новгородской летописи (Архивной) под датой 23 сентября 1552 года описывается полярное сияние без всяких намеков на чудесное его происхождение: «Столб восхожаху, из них же сияние, аки солнечные лучи, и явись на небеси пламя колебашеся, яко вода морская симо и овамо на много час, и от пламени того бысть светло, аки от лучи»<sup>7</sup>. И не только в северных районах видели люди в прошедшие годы полярное сияние. Конечно, чем южнее или чем

<sup>6</sup> Цит. по кн.: Алексеева "Л. Небесные сполохи, М., 1985, с. 73.

<sup>7</sup> Алексеева Л. Небесные сполохи, с. 14

ближе к экватору велись наблюдения, тем реже удавалось видеть это явление и тем больше чудесного вкладывали в него наблюдавшие,

12 января 1589 года вспыхнуло небо бесшумным пожаром над Парижем. Страшное, невиданное явление поразило французов. В стране и так было беспокойно. А тут... Парижане вспомнили майское восстание, вошедшее в историю под названием «Дня баррикад». Король бежал из столицы, и город оказался в руках Парижской лиги. Гизы предали восставших, по приказу короля Генрих Гиз был убит в Блуа. А потом, когда к Парижу подошли войска короля Генриха III, доминиканский монах Жак Клеман, подосланный Католической лигой, заколол последнего Валуа кинжалом. Все эти события недавних дней увидели прорицатели на охваченном сполохами небе. Одни различали среди огня отряды конницы, готовой кинуться в битву, другие видели вооруженных рыцарей, третьи — поверженных вниз головами рыб — символы христианства...

В Северной Европе к полярным сияниям относились спокойнее. «На пазорях матка дурит», — говорили русские поморы, тесно связывая беспокойное поведение компасной стрелки со сполохами. Пазорями называли они сияния, маткой — компас. Не по причине ли частых магнитных возмущений в этих краях устанавливали поморы на побережье Студеного моря кресты из тяжелых бревен? Поперечины этих навигационных знаков указывали точно на магнитный полюс... Потом кресты по указанию царскому срубили и сожгли. Это было время, когда после Столбовского мира в 1617 году со Швецией пришлось России уступить северному соседу Ингрию и Карелию, то есть отказаться от побережья Финского залива. И чтобы «однолично в Сибирь, в Мангазею немецкие люди водяным путем и сухими дорогами ходу не проискали», срубили те кресты. Остались о них лишь воспоминания.

А вот что рассказывает летчик-космонавт Г. М. Гречко, наблюдавший полярное сияние с борта космического корабля: «Тысячи прожекторов выстроились в такие извилистые линии над Америкой и били вверх... У Земли — были зеленого цвета. Сквозь них проходили и выше уходили — красного цвета. Тысячи их там переливались огнями. Внизу — города, вокруг — бьют вот эти прожекторы на высоту 400-500 километров, и мы сквозь эти завесы проходили. Фантастическое совершенно зрелище. За два с половиной месяца полета мы такого еще не видели и вряд ли увидим»<sup>8</sup>.

Что же из себя представляют полярные сияния? Знакомые людям с древности, эти явления только в наши дни получили правильное и достаточно полное объяснение. Но для того, чтобы к нему прийти, понадобилась долгая кропотливая работа многих выдающихся ученых. В ней было много гипотез, частью ошибочных, частью неполных. Были и откровенные заблуждения. Лишь после длительного процесса исследований истина победила.

### Геомагнетизм. XX век

Гильберт был уверен, что вся Земля состоит из магнитного камня. Так ли это? Можно составить длинный перечень гипотез, предложенных для выяснения земного магнетизма. Причем ученые разбирали этот вопрос, не зная по сути дела ответа на главное: почему магнит — магнит?

Гипотезы о происхождении земного магнетизма грубо можно разделить на две части: первая связана с космическим влиянием, вторая — чисто земная. Значительно позже, уже в наше время, богатое компромиссами, появилась третья группа гипотез, согласно которым геомагнетизм и магнетизм вообще есть универсальное свойство: материи, находящейся в движении.

В современной космогонии отсчет времени жизни космогонической гипотезы с участием электромагнитных сил ведется обычно от 1912 года. Именно тогда известный

<sup>8</sup> Алексеева Л. Небесные сполохи, с. 6

астроном К. Биркеланд попытался серьезно ввести в механизм образования Солнечной системы эти силы. Поскольку первоначальная туманность должна была во что бы то ни стало состоять из смеси заряженных частиц, Солнце вполне могло сыграть роль «сепаратора» и распределить беспорядочно летающий вокруг него рой частиц по слоям или кольцам.

Правда, тогда все планеты по своему составу, должны резко отличаться не только друг от друга, но и от оставшихся обломков, залетающих к нам на Землю в виде метеоритов. Между тем метеориты, падающие на Землю, почему-то имеют очень сходный с нею состав... Нет, похоже, что-то в гипотезе Биркеланда оказалось недодуманным.

После окончания второй мировой войны шведский астрофизик Ханнес Альфвен развил предположения, высказанные Биркеландом в начале века. Он предположил, что туманность, окружавшая светило, состояла из нейтральных частиц, а Солнце обладало сильным магнитным полем. Под действием излучения Солнца и собственных столкновений атомы ионизировались. При этом ионы попадали в ловушки из магнитных силовых линий и увлекались вслед за вращающимся светилом. Постепенно Солнце теряло свой вращающийся момент, передавая его газовому облаку.

Правда, и в этом случае атомы более легких элементов ионизировались бы вблизи Солнца, а атомы тяжелых элементов — дальше. Следовательно, и ближайшие к Солнцу планеты должны бы состоять из наилегчайших элементов, то есть из водорода и гелия, а более отдаленные — содержать железо и никель... Увы, астрономические наблюдения настойчиво говорят об обратном!

Электромагнитные силы должны были играть важную роль в формировании планетной системы, но какую? И вот английский астроном Фред Хойл разрабатывает новый вариант гипотезы...

Сначала, как и полагалось, в недрах огромной туманности, изначально обладавшей магнитным полем, зародилось Солнце. Оно быстро вращалось, и туманность становилась все более плоской, похожей на диск. Этот диск постепенно разгонялся, забирая движение у центрального светила. Солнце постепенно притормаживалось. Момент количества движения перешел в основном к диску, в котором образовались позже планеты.

Хойл считал, что момент от Солнца передавался не всем частицам туманности одинаково, а в основном газообразным, которые легче превращались в ионы. В своей работе ученый так и пишет: «Приобретая момент количества движения, планетное вещество удалялось от солнечного сгущения. Нелетучие вещества конденсировались и отставали от движущегося наружу газа. Именно с этим процессом связан тот факт, что планеты земной группы: 1. Имеют малые массы. 2. Почти полностью состоят из нелетучих веществ. 3. Находятся во внутренней части системы».

Подобный механизм, по мнению Хойла, создавал условия для существования возле Солнца некой каменно-железной зоны, которая в широком промежутке между орбитами Марса и Юпитера переходила в область, где, напротив, преобладали вода и аммиак, а дальше... Дальше планеты должны были состоять из веществ еще более легких, чем составные части Юпитера и Сатурна. И вот тут-то получался «прокол», ибо плотность вещества Урана и Нептуна снова растет!

Нет, что и говорить, желание привлечь к образованию Солнечной системы электрические и магнитные силы вполне похвально, но доводы пока не очень убедительны. Следует признать, что даже частичное привлечение электрических и магнитных сил в качестве создающих при образовании солнечного семейства надежд не оправдало. Здесь еще предстоит работать.

Нельзя не обратить внимания на то, что мы как бы кружим и кружим вокруг этой проблемы, уходим от нее в межпланетное пространство, изучаем магнитные свойства звезд... А причину возникновения магнитного поля собственной Земли так и не знаем.

После работ Эрстеда и Ампера, связавших магнитное поле с электрическим током, исследователи стали искать электрический ток в теле Земли. Кое-кто из исследователей-экспериментаторов пытался закапывать металлические пластины глубоко в землю и соединять их друг с другом проволокой через гальванометр. При этом

бывало, что прибор даже показывал ток. Но какой? Он был ничтожен по величине, и каждый раз менялся по направлению. Да и непонятно было, отчего ток возникает. Электрический ток — это упорядоченное движение зарядов. Но что способствует накоплению зарядов в недрах Земли?

Может быть, стоит предположить, что земной шар заряжают молнии? Но и тут расчеты показывали, что грозы не в состоянии поддержать магнитное поле Земли, Его источник следовало искать в недрах, и только в недрах.

В начале XX столетия возникла идея о самонамагничивании Земли. Именно тогда из опытов английского ученого Эрнста Резерфорда стало известно новое строение атомов. Электроны, как волчки, крутились вокруг своих осей и облетали атомное ядро, подобно планетам солнечной системы.

Сразу возникло несколько интересных гипотез, которые основывались на предположении о жидком состоянии земного ядра, состоящего из вещества, хорошо проводящего электрический ток. В таком случае в массе расплавленного металла неизбежны течения, а следовательно, разделение токов, которые должны были намагничивать Землю,

Но для победы этих взглядов не хватало единого мнения геологов и геофизиков в вопросе о состоянии земного ядра. Многие считали его твердым. Конечно, вот если бы сравнить Землю с другими планетами... Но «год спутника» еще не наступил.

Профессор Кембриджского университета и член Лондонского королевского общества Артур Шустер высказал как-то идею: не является ли магнетизм просто свойством всякого вращающегося тела? За разработку этой гипотезы взялся выдающийся русский физик-экспериментатор Петр Николаевич Лебедев, работавший в Московском университете. Он придумал остроумный опыт, изобрел и построил чувствительные приборы, но... результат был нулевым. Тем не менее в статье, описывающей поставленный эксперимент, Лебедев высказал достаточно оптимистические надежды на будущее.

Ученые задумались: а что, если попробовать сделать такой эксперимент — взять металлический стержень и начать его быстро вращать вокруг оси? Согласно законам механики все волчки-электроны немедленно повернутся своими осями в одну сторону, и стержень должен оказаться намагниченным.

В 1919 году американский физик Сэмюел Барнетт поставил описанный опыт и простым вращением намагнитил железный стержень! Казалось, все доказано. Разве это не подходящая модель для Земли? С ее-то запасами магнитных металлов внутри?

Увы, и эта модель не выдержала проверки. Зная скорость вращения планеты и распределение в ней магнитных материалов, геофизики сосчитали, что поле должно быть в десять миллиардов раз меньше имеющегося. Опять неудача!

В 1947 году основательно подзабытая гипотеза о самонамагничивании всплывает вновь. Профессор Манчестерского университета Патрик Мейнард Стюарт Блэккетт, член Лондонского королевского общества, многих других академий наук, в том числе иностранный член АН СССР и лауреат Нобелевской премии, высказывает предположение, что появление магнитного поля вокруг вращающегося тела — закон природы. Он даже выводит теоретическую формулу, позволяющую рассчитать зависимость магнитного поля от вращения тела. И решает поставить эксперимент...

На свободном пространстве в приличном удалении от источников посторонних магнитных полей возводится экспериментальное здание. Строго говоря — это был сарай, собранный без применения железных гвоздей и деталей. Ночью с известными предосторожностями и под охраной к сараю привезли двадцатикилограммовый металлический цилиндр, тускло отсвечивающий желтым цветом. Золото! Да, он был из чистого золота, поскольку это заведомо немагнитный материал.

Блэккетт рассуждал так: двигаясь вместе с Землей, цилиндр из немагнитного металла должен приобрести свое магнитное поле, если... если его предположение верно. Увы, чувствительнейший магнитометр ожидаемого эффекта не показал. Может быть, стоило заставить цилиндр вращаться? Но на Земле наступил космический век, и астрофизики

получили новые возможности для проверки старых гипотез.

Космические аппараты совершили настоящую революцию в таких представлениях. Оказалось, что Солнце — источник постоянной межпланетной плазмы, получившей название солнечного ветра. И когда эта плазма взаимодействует с магнитным полем Земли (и других планет), то в околопланетном пространстве возникают своеобразные магнитные полости, которые назвала магнитосферами.

Сегодня мы знаем, что все небесные тела Солнечной системы обладают магнитными свойствами. Одни имеют собственные дипольные поля плюс к магнитным полям потоков солнечного ветра, другие собственных магнитных полей не имеют, но поток солнечной плазмы создает около них локальные магнитные поля, которые можно приближенно, считать наведенными магнитосферами.

Советские автоматические станции опустились на Луну. Если принять на вооружение гипотезу жидкого металлического ядра, то у Луны, у которой такого ядра быть не могло, не должно быть и собственного магнитного поля... Так оно и оказалось, наши автоматы это подтвердили. А тем временем стала накапливаться данные и о магнитных полях других планет. Ученые обнаружили, что за время своей жизни наша Земля не раз меняла полярность своего магнитного поля.

Так почему же Земля все-таки магнит? Вопрос не праздный. Магнитное поле нашей планеты отклоняет в полярные области потоки заряженных частиц, образует радиационные поля. Знать это нужно для безопасности космических полетов. Магнитное поле участвует в наземной и космической радиосвязи и радионавигации. Наконец, между состоянием магнитного поля и климатом тоже существует какая-то, пока еще непонятная связь. Так что вопросы о происхождении земного магнетизма, его эволюции и тенденциях людям небезразличны.

Сегодня есть на этот счет несколько гипотез, и какая из них окажется истинной, покажет будущее. Мы стоим на самом пороге вековой тайны. Но кому удастся этот порог перешагнуть?

## Глава 4

### Притяжение электрическое, сиречь электризация

Ученые и любители, изучавшие магнитное притяжение, естественно, не могли пройти мимо притяжения электрического. И здесь начало увлечения опытами относится к XVII веку.

Уильям Гильберт экспериментировал не только с магнитами, но и с телами электризующимися, то есть приобретающими способность притягивать от трения. Его очень интересовал вопрос: как зависит эта способность от природы тел? Ученый даже сконструировал прибор для измерения силы электризации. Приближая к одному концу стрелки своего электроскопа наэлектризованный предмет, Гильберт наблюдал ее поворот и определял таким образом силу притяжения.

При этом он разделял все тела на два класса — «электрики» и «неэлектрики». К электрикам, то есть к электризующимся телам, оказались отнесенными янтарь, ялмаз, смола, стекло, канифоль, прочие диэлектрики. К классу же «неэлектриков» принадлежали все металлы. Это было понятно. Потому что, натирая их, Гильберт должен был держать металлические предметы в руке и таким образом давал возможность уходить полученным зарядам в землю.

Опыты врача английской королевы по электризации тел особого значения для нарождавшейся науки об электричестве не имели. Более интересны экспериментальные исследования электричества, которыми занимался магдебургский бургомистр Отто Герике, известный нам по школьному курсу физики своими «пневматическими опытами». Работы Герике имеют непосредственное отношение к нашей теме, поэтому

остановимся на них более подробно.

В середине XVII столетия обстановка в Германии была удручающей. В раздробленной на многочисленные княжества стране догорали руины Тридцатилетней войны. Войска под разными флагами одинаково вытаптывали поля, грабили и разоряли крестьян, сжигали и разрушали города. Мародеры шведско-французских войск ничем не отличались от своих коллег, поддерживавших имперско-испанские притязания Габсбургов. А население вело непрерывную и ожесточенную партизанскую войну как с теми, так и с другими... Наконец, в 1648 году был заключен Вестфальский договор о мире. Люди смогли вернуться в разрушенные жилища, приступить к их восстановлению. Нужно было пахать и сеять. Жизнь продолжалась...

В старинном торговом городе на Эльбе — Магдебурге у жителей были те же заботы. Город сильно пострадал во время войны. После долгой осады ландскнехты Габсбургов захватили его и полностью разграбили. Они перебили почти все население, а постройки сожгли. Можно сказать, что в мае 1631 года Магдебург был почти полностью разрушен. Грудой руин предстал он перед глазами двадцативосьмилетнего инженера Отто Герике, сына пивовара, когда он вместе с немногими уцелевшими воротился на пепелище.

И тут, как нигде в другом месте и в других обстоятельствах, пригодился образование и профессия молодого инженера. Он взялся за дело. Под его руководством прокладывались новые улицы, возводились мосты. Постепенно, как сказочная птица Феникс, восстал из пепла Магдебург.

Но в город вновь вошли имперские войска и стали на постой. Легко ли горожанам содержать прожорливый гарнизон? И «отцы города» решают послать ко двору молодого Герике, чтобы он уговорил курфюрста отозвать войска и заменить их своими — из горожан...

Сложная миссия увенчалась успехом. И, уверовав в дипломатические способности сына пивовара, горожане избирают его бургомистром. Их не остановило даже то обстоятельство, что Герике много времени отдавал физическим опытам. В конце концов, у всех свои недостатки. Увлечения молодого бургомистра немало помогали Магдебургу. Знатные особы приезжали посмотреть на физические чудеса, которые с большим размахом демонстрировал Герике. А он, в свою очередь, добивался все новых и новых льгот для города.

Некоторые ученые презрительно относились к опытам пивовара. Они говорили, что для Герике внешний эффект важнее результата и уж конечно важнее проникновения в подлинную суть явления. Трудно с этим согласиться.

Познакомившись с описанием свойств янтаря электризоваться, а также узнав, что силою притяжения начинают обладать серные шарики, если их потерять, Герике заказывает стеклодуву большой стеклянный шар величиной с детскую голову. Внутри он велит налить расплавленную серу, и, когда та застывает, разбивает стекло. Теперь у него в руках большой серный шар, на котором от трения должно собраться больше таинственного электричества, чем на маленьких шариках предшествующих экспериментаторов.

Он насаживает шар на железную ось с рукояткой, укрепляет на станине и с помощником натирает его ладонями. Действительно, после натирания серный шар начинает притягивать пушинки и другие легкие тельца. Причем некоторые из них, пристав к поверхности шара, вращаются с ним вместе наподобие предметов, вращающихся вместе с Землей. Это наблюдение ему еще пригодится.

Продолжая опыты, он заметил, что электризация распространяется по льняной нитке на расстояние в локоть. А сам шар, будучи хорошо натерт, светится, в темноте синеватыми искорками, которые потрескивают, когда гаснут.

Все больше результатов накапливает Герике, тщательно записывая то, что делает. Хорошо бы, конечно, сесть за стол, обдумать все и описать в книге, в кото рой будет только правда. Да вот заботы о городе не оставляют свободного времени.

Постепенно Герике начинает томиться своими обязанностями. Ему хочется больше времени отдавать любимому, делу. Как-то на рейхстаге в Регенсбурге он демонстрировал

опыты самому императору и собравшимся курфюрстам. Удостоился похвалы. За научные заслуги император пожаловал ему дворянство, и Герике не без удовольствия прибавил к своей фамилии частицу «фон». Но одновременно какой-то проходимец описал все его приборы и опыты, издав книгу без должного упоминания имени автора экспериментов...

Когда из-под печатного пресса вышла в свет его собственная книга, ему уже исполнилось 70 лет. И все равно Отто фон Герике был счастлив. Он ушел наконец со своего поста бургомистра. Два года спустя в Магдебурге начинается чума, и Герике уезжает из родного города в Гамбург к сыну. Там и умирает он в возрасте 84 лет.

Опыты, описанные фон Герике, стали широко известны, и их повторяли в разных странах. Сила электрического притяжения, свечение искры — все это было ново и загадочно.

В XVII веке, как и ранее, одной из загадок, волновавших просвещенные умы, была проблема происхождения Земли. Нет, теперь уже не одной Земли, а целой Солнечной системы. После работ Коперника, Галилея, Кеплера, наконец, после труда великого Ньютона силы притяжения вошли в обиход науки. Но как, пользуясь только притяжением, сформировать планетную систему? Как заставить материю не слипаться в единый ком, а разделиться на небесные тела?

Нет, одного притяжения здесь было недостаточно. Нужно было изыскать силы отталкивания! И Герике, толстый магдебургский бургомистр, увидел их во взаимодействии наэлектризованных тел. Он так и написал об этом в своем труде. И не его вина, что люди долгое время не обращали должного внимания на это предположение. Успехи «астрономии тяготения» затмили все иные подходы к теме. Казалось, что законы Ньютона и Кеплера дают поистине безграничные возможности астрономам-вычислителям. И они действительно блестяще справлялись со всеми задачами, которые ставило перед ними время... Вот, только как быть с космогонией? Этой науке для создания строгой, стройной картины образования Солнечной системы по-прежнему недоставало сил отталкивания. И со временем специалисты вновь, уже серьезно вооруженные, обратились к предложениям фон Герике.

По сути дела серный шар на рукоятке в руках магдебургского бургомистра был первой электрической машиной, электростатическим генератором, как сказали бы сегодня. Однако это его изобретение не было подхвачено современниками. Довольно долгое время в каждой стране экспериментаторы сами изобретали и строили электрические машины, как это было, например, в Лондонском королевском обществе.

Отворяется дверь, ведущая во внутренние помещения Грешем-колледжа, и два оператора вносят какой-то станок, похожий на ножное точило. Такая же станина, большое колесо с ручкой, а наверху вместо точильного камня прилажен стеклянный шар, из которого выкачан воздух. Следом за установкой появляется и ее изобретатель, Фрэнсис Гауксби, — демонстратор, подготавливающий опыты для очередных заседаний.

Задергиваются шторы на окнах. В сумрачном помещении становится совсем темно. Один из операторов вращает ручку машины, а Гауксби прижимает ладони к шару... И — о чудо! Натертый шар начинает светиться. Точь в точь как когда-то светились барометрические трубки, заполненные ртутью, при встряхивании. Сколько тогда было споров о природе свечения! Но разве его опыты не доказательство того, что свет есть результат электризации, а не какого-то там светящегося «меркуриального фосфора» в духе алхимиков прошлых веков?

Опыт на этом не кончается. Остановив вращение, экспериментатор подносит к погасшему и темному шару руку. И тотчас же большая, едва ли не в дюйм величиной, голубая искра с треском выскакивает из наэлектризованного прибора и ощутимо клюет поднесенный палец.

Значит, электричество рождает не только силу притяжения, но и искры... Интересно бы узнать: холодные они или горячие? Ученые джентльмены по очереди подносят пальцы к вновь и вновь электризуемому шару и вскрикивают, ощутив укол. Все это чудесно и непонятно. Правда, кто-то вспоминает, что несколько лет тому назад некий доктор Уолл, натерев, янтарь, также извлек из него искру, предположив, что ее свет и

треск представляют собой в некотором роде молнию и гром. Но природа атмосферных явлений была в то время совершенно неизвестна людям. Многие продолжали считать молнию вспышкой воспламеняющихся серных паров, накапливающихся в атмосфере. И блестящая догадка Уолла осталась незамеченной. Сам Гауксби подобно своим предшественникам полагал, что заряженные тела являются источниками некоего «эффлувиума» — истечения, переходящего с наэлектризованных тел на ненаэлектризованные. Оттого-то, дескать, последние и светятся вблизи наэлектризованных тел. Иногда вместо своей машины со стеклянным шаром Гауксби применял для электризации длинные стеклянные трубки,

Ньютон не оставался равнодушным к демонстрациям электрических явлений. Как и другие члены общества, он с любопытством смотрел на манипулирование хранителя приборов, снисходительно восхищался результатами, но не больше. Главные работы великого физика были уже позади, его больше интересовали вопросы истории, хронологии и... религии. Да и ни у кого из присутствовавших должного энтузиазма не было. Опыты Гауксби не производили такого впечатления, как когда-то, скажем, «пневматические» эксперименты Герике или Бойля и Гуна. Внимание к чуть заметным проявлениям электричества со стороны ученого мира XVIII столетия было весьма недостаточным. После смерти Гауксби эти работы в Лондонском обществе и вовсе захирели.

В середине XVIII столетия экспериментальные исследования новой, неведомой электрической силы перемещаются во Францию.

В Париже в ту пору жил католический священник по имени Жан Антуан Нолле (1700-1770). Принадлежал он к ордену иезуитов, был хорошо образован, начитан и увлекался физикой. Аббат Нолле — именно под таким именем вошел он в историю науки — являлся профессором физики, читал лекции в разных аудиториях, сопровождая их эффектными опытами, не пропускал заседаний Парижской академии, был знаком и переписывался буквально со всеми более или менее известными естествоиспытателями. Его короткую фиолетовую сутану с небольшим воротником хорошо знали в научных кружках. И все-таки настоящим ученым аббат не был. Популяризатором — да, прилежным и добросовестным информатором, увлеченным любителем, кем угодно из околонушной публики, но не профессиональным ученым, хотя его заслуги перед наукой достаточно велики,

В те годы беззаботная жизнь французских аббатов в качестве приживалов побуждала многих молодых людей, особенно младших сыновей из дворянских фамилий, не имевших надежд на наследство, посвящать себя духовному званию. Орден, в который они вступали, помогал им устроиться домашними учителями, духовниками или просто друзьями-нахлебниками в знатные и богатые дома. При этом они должны были, естественно, чем-то быть всегда интересны своим патронам. И тут каждый выбирал себе амплуа в соответствии со вкусами хозяев и своими пристрастиями: большинство выбирало сплетни, кое-кто литературу, а иногда и науку.

Иезуиты, считая одной из главных своих задач воспитание и обучение юношества, открыто поощряли занятия наукой членов ордена, среди которых было немало серьезных ученых.

В конце тридцатых годов аббат Нолле часто бывал в доме директора Парижского ботанического сада Шарля Франсуа Дюфе, члена Парижской Академии, человека страстно увлеченного опытами с электрической материей. Он добывал таинственную силу, натирая стеклянную трубку суконной тряпочкой, и накапливал электричество в различных изолированных телах.

Однажды, когда Нолле посетил своего друга, тот показал ему петли из шелковых шнурков, свисавшие с потолочной балки в его лаборатории. Они придавали комнате мрачноватый оттенок помещения парижского прево... Однако это не смущало экспериментатора. Он залез в петли и расположился в них так, чтобы ни рукавом, ни полый камзола не коснуться пола. Затем предложил Нолле с помощью той же стеклянной трубки зарядить его электричеством. И когда после этого он захотел взять в руку

небольшую стеклянную палочку, которую ему протянул аббат, из пальцев Дюфе выскочила вдруг большая голубая искра, которая с явно слышимым треском кольнула обоих исследователей. Можно понять тот ужас, с которым позже аббат Нолле рассказывал об этом всему Парижу.

В том же году Дюфе опубликовал подробное сообщение об изучении электрических искр и голубоватого свечения, которое окружало электризуемые тела. «Возможно, — писал он, — что в конце концов удастся найти средство для получения электричества в больших масштабах и, следовательно, усилить мощь электрического огня, который во многих из этих опытов представляется (если можно сопоставлять нечто маленькое с чем-то очень большим) как бы одной природы с громом и молнией».

И это было едва ли не первым в истории науки опубликованным высказыванием об электрической природе молнии.

Начиная примерно с середины XVIII века опыты с электричеством, получаемым от трения, стали любимыми развлечениями образованных людей. Изумительные и совершенно непонятные свойства электризуемых тел не только притягивать к себе пушинки и соломинки, но и светиться, рождают искры, сопровождаемые треском, который отдаленно напоминал гром, — все это приводило людей в подлинный восторг. Но как научиться добывать большие порции электричества?

После Герике и Гауксби электрические машины, основанные на добывании чудесной силы путем трения, долгое время оставались слабосильными установками. Им еще предстояло пройти длинный путь развития, прежде чем они стали настоящими физическими приборами, пригодными для научной деятельности ученых. И исследователи электричества наверняка бы еще долгое время топтались на месте, если бы не одно случайное изобретение. Речь идет о так называемой лейденской банке.

Шел XVIII век. Соборный настоятель небольшого померанского городка, некто Эвальд Георг фон Клейст, потихоньку от прихожан занимался электрическими опытами. Не то чтобы он боялся преследований. Нет, слава богу, в XVIII столетии ученых уже не обвиняли в колдовстве и не жгли на кострах. И не потому, разумеется, что отцы церкви стали более мягкосердечными. Время изменилось, изменилось и общественное мнение. Теперь многие представители монашеских орденов занимались наукой, да и пастыри божьи... Но вводить стадо господне во искушение не стоило. И потому пастор фон Клейст результатов своих исследований не публиковал и за эксперименты принимался лишь после ухода экономки, тщательно занавесив окна.

Электрическая машина отца настоятеля была чрезвычайно слабой. И искры, которые он извлекал из нее, никакого впечатления при свете не производили. Тут поневоле задумаешься: а нельзя ли накопить эту силу?

Однажды, в счастливые часы занятий электрическими исследованиями, фон Клейст решил попробовать зарядить электричеством гвоздь. Ну а почему бы нет? Скорее всего, именно этот предмет попался ему под руку. Он вставил железный стержень в бутылочку из-под микстуры — отца настоятеля мучил кашель — и поднес к кондуктору машины. Несколько оборотов стеклянного шара, и электричество должно было родиться и перейти на гвоздь. Далее его следовало вынуть из бутылочки. Клейст взялся за головку гвоздя и тут же получил весьма ощутимый электрический удар. Но откуда? Его машина неспособна была давать и десятой доли таких зарядов. Он решил повторить опыт. Ах эта немецкая дотошность! Отец настоятель записывал мельчайшие подробности каждого опыта. Еще и еще... Каждый раз накопившаяся сила исправно и довольно чувствительно щелкает настоятеля собора по пальцу. А что будет, если налить в склянку спирт или ртуть? Удары усиливаются!

Некоторое время спустя, убедившись, что он, священник из города Каммина, открыл тщетно отыскиваемый способ накапливания электричества, Эвальд Георг фон Клейст описал результат своих опытов и послал письмо в Данциг тамошнему протодиакону. Отец протодиакон физикой не увлекался, но был хорошо знаком с бургомистром Даниелем Гралатом организатором общества естествоиспытателей в Данциге. Общество жаждало деятельности, и потому новинка фон Клейста пришлась как нельзя более

кстати.

Бургомистр Гралат начал с того, что взял бутылку большего размера с большим гвоздем и научился заряжать эту систему, используя в качестве обкладки вместо собственной руки фольгу. Это было тоже открытием. Потом он составил из бутылок с электричеством батарею и... бедные члены общества! Именно они первыми испытывали на себе результат увлечений своего председателя.

...Строго говоря, как ученый, Питер ван Мушенбрук не был звездой первой величины. Но в Лейденском университете были прекрасная физическая лаборатория, давние традиции и слава серьезного учебного заведения. Лучи этой славы, привлекали учеников, которые давали доход профессору Мушенбруку, тем более что герр профессор умел красно и значительно говорить, надувал щеки и тряс париком, рассказывая о своих несравненных опытах... Умение подать себя и в науке дело не последнее. Двести же с лишним лет назад находилось немало простаков, называвших ловкого интерпретатора не иначе, как «великий Мушенбрук».

Однажды некий Кунеус, сынок богатого лейденского горожанина, желавший поразвлечься, решил наполнить электрической материей банку с водой. По воззрениям того времени — мысль вовсе не такая уж и абсурдная. Вода — жидкость, и электрическая материя обладает свойствами жидкости. Кунеус налил в банку воду, взял в руку и опустил туда металлический стержень, соединенный с кондуктором электрической машины, затем стал крутить ручку. Некоторое время спустя он решил стержень вынуть...

Кунеус рассказывал позже, что, коснувшись стержня, испытал ни с чем не сравнимое потрясение. Отдадим должное профессору Мушенбруку, который тут же решил проверить открытие ученика на себе. Сильный электрический удар поверг его в большое изумление. "Испытать его еще раз я не согласился бы даже ради французской «короны», — именно так заявил он, рассказывая об эффекте.

Одним из первых о лейденском эксперименте узнал аббат Нолле. Именно о лейденском, а не об изобретении зарядной банки в стране «грубых тевтонцев». Нолле не только усовершенствовал лейденскую банку, он составил из нескольких целую батарею и получил сильные, стреляющие искры.

В Версале в присутствии короля и придворных Нолле выстраивает 180 мушкетеров кольцом. Велит им взяться за руки, а крайним предлагает прикоснуться к электродам лейденской банки, заряженной от электрической машины. «Было очень курьезно видеть, — пишет очевидец, — разнообразие жестов и слышать вскрик, исторгаемый неожиданностью у большей части получающих удар». А король веселился... Еще больший интерес появился в его глазах, когда почтенный аббат поставил рядом с невинной банкой клетку с беззаботно порхающим воробьем. Вот подсоединены контакты. Банка заряжена. Наступил момент, когда птичка слишком близко приблизилась к предательским контактам.

Проскочила голубая искра, раздался треск, и несчастная пичуга упала на пол клетки бездыханной.

— Bravo! — сказал Людовик XV и поднялся с кресла.

— Bravo! — повторили придворные, спеша уйти вместе с королем от этого ученого служителя бога, только что продемонстрировавшего им, что электричество может не только развлекать...

Благодаря популяризаторской деятельности Нолле опыты со столь простым и доступным прибором, как лейденская банка, получили широкое распространение. Их повторяли в аристократических салонах и в ярмарочных балаганах. Голубыми искрами, извлеченными из пальцев наэлектризованного добровольца, поджигали спирт и порох, убивали мышей и цыплят. В одном из парижских монастырей 700 благочестивых братьев во Христе, взявшись за руки, образовали живую цепь. И все, как один, высоко подпрыгнули и возопили от страха, когда крайние монахи разрядили через себя батарею невзрачных банок, наполненных таинственной электрической жидкостью.

Опыты повторяли в Англии и Италии, в России и Германии. В газетах писали о

чудесных исцелениях паралича благодаря электрическим ударам.

### Семь «электрических лет» Бенджамина Франклина

Несколько лет тому назад, когда отношения между США и СССР еще не были столь сильно «заморожены» американской администрацией, мне довелось побывать в составе писательской группы в ряде городов Соединенных Штатов.

Мы прилетели в Нью-Йорк, а улетали через три недели из Вашингтона. Однако речь пойдет о городе, находящемся между американским «мегаполисом» и столицей, — о Филадельфии. Расположен город в штате Пенсильвания, на берегу небольшой и очень грязной речки Скулкилл, впадающей в не менее грязную реку Делавер, и сейчас представляет собой мощный промышленный и экономический центр США: машиностроение, нефтепереработка и химическая промышленность, федеральный резервный банк, Академия естественных наук, Пенсильванский университет, Институт Франклина...

На этом имени давайте остановимся, поскольку ради него и предпринята наша экскурсия.

Итак, Филадельфия. Начнем с городской ратуши. Когда-то это было внушительное здание, возвышавшееся среди маленьких домиков и коттеджей. На башне бронзовая фигура Вильяма Пенна, основавшего город в 1683 году. Почти рядом — Дом независимости. Здесь в июле 1775 года была провозглашена независимость страны от Великобритании. Коренные филадельфийцы — их, правда, осталось не так-то много — гордятся своей историей, своими знаменитыми согражданами.

Американцы — мастера по части разного рода выдумок. Нам рассказывали, что несколько лет назад, 17 января 1975 года, перед ратушей собралась довольно внушительная толпа. Это было удивительно, потому что день ничем не выделялся из чреды прочих, да и время позднее — на темном январском небе уже зажглись яркие звезды. В ратушу пропускали по специальным билетам только приглашенных.

Когда все собрались, четверо кондитеров внесли в зал на вытянутых руках огромный юбилейный торт, уставленный свечами. Не пытайтесь сосчитать — их было более двухсот пятидесяти. Для одной человеческой жизни явно многовато. Юбилейный торт водрузили на стол заседаний. К нему подошел какой-то человек, протянул провода и подключил торт к сложной электронной схеме с фотоэлементами, усилительными каскадами, сервомотором, соединенным с оптическим устройством и с реле. Вот включен ток. Разноголосая толпа затихла. Сервомотор повернул оптическое устройство, и оно нацелило небольшой телескоп на какую-то звезду...

Но, пожалуй, пришло время сделать несколько пояснений. Начнем со свечей — их 269! Телескоп повернут и нацелен на звезду, удаленную от нашей Солнечной системы на расстояние в 269 световых лет. А что, если отнять от даты торжества — 1975 года — 269 лет? В результате получается 1706 год, да еще 17 января. Что это за дата? День и год рождения Бенджамина Франклина.

Но вот движение поворотной системы окончилось. В объективе — избранная звезда. И луч ее света, родившийся одновременно с Франклином и только-только добежавший до нашей земли, попадает на фотоэлемент. В нем он превращается в электрический сигнал, который усиливается и заставляет сработать реле. Щелкает выключатель, и на огромном торте одновременно вспыхивают свечи. Гремит музыка. Инженеры, ученые, техники, прибывшие на торжество, отдают дань великому гражданину. На мраморном бюсте горят слова: «Eripuit coelium fulmen sceptrique tyrannis» («Он отнял молнию у небес и власть у тиранов»).

...Франклину шел сорок первый год, когда случайно, в компании с приятелями, он забрел в своем родном городе Бостоне на популярную лекцию по электричеству, которую читал приезжий лектор доктор Спенс. Лекция, как стояло в афише, сопровождалась наисовременнейшими опытами — «Чудеса грядущего века!». На лекцию так на лекцию,

все равно других развлечений в Бостоне не сыщешь.

Веселый здоровяк Бен Франклин последним протиснулся в дверь, втайне рассчитывая посмеяться над ученым доктором и его опытами. И... был сначала очарован, а потом и покорен слабенькими электрическими искорками, которые доктор Спенс извлекал при помощи электрической машины, заряжающей уже повидавшую виды лейденскую банку. А когда Франклин, несмотря на силу и рост, присел от неожиданности, испытал «электрический удар», общество надолго потеряло его как перспективного и выдающегося деятеля, всецело отдававшегося политической деятельности.

Бенджамин Франклин родился в семье ремесленника, переселившегося на американские берега из Англии, где вместе с семьей подвергался религиозным преследованиям. Папаша Франклин перевез все свое многочисленное семейство на маленький запустелый островок в Бостонской гавани и сначала занялся красильным производством, а потом выделкой свечей и мыла.

В доме было 17 детей. Бен — младший. И хотя к его отрочеству многие братья и сестры стали вполне самостоятельными людьми, мальчик смог проучиться в школе всего год — учение в английских колониях Нового Света стоило дорого. Но и за это время он наловчился читать по слогам и считать. В десять лет Бен начал помогать отцу, а потом поступил в типографию старшего брата, обязавшись за науку и обучение отработать по контракту 8 лет бесплатно.

Представьте себе — в 10 лет за станком. В ту пору одними из немногих удовольствий мальчугана являлись чтение набираемых в типографии книжек, редкие игры со сверстниками да запуск воздушных змеев над холмистой поверхностью полуострова в глубине Массачусетской бухты. Именно там располагался город Бостон. Когда-то индейцы называли этот полуостров Шау-мут, что в переводе означало «Живые ключи». Здесь, среди болот, холмов и оврагов, отделявших реку от берега моря, выросли первые дома Бостона. Когда Бену исполнилось 17 лет, он переехал в Филадельфию.

Три года спустя Франклин основал собственную типографию и занялся политической деятельностью. Более того, объединив приятелей, среди которых были печатники, землемер, стекольщик, сапожник и столяр, создал клуб «Джунта», в котором каждую пятницу проводились собрания. Члены «Джунты» читали и слушали доклады и устраивали дискуссии по проблемам политики и морали.

Местные аристократы с презрением именовали их «клубом кожаных фартуков». Но Франклин не зря называл свой кружок «клубом взаиморазвития». Каждый его член старался блеснуть живым наблюдением, оригинальной мыслью. Глубина суждения ставилась выше ссылок на авторитеты, хотя все члены общества высоко ценили книгу. Согласно уставу, количество членов «Джунты» не должно было превышать 12 человек. В отличие от масонских лож в «Джунте» царил обстановка подлинного равенства. Это был настоящий клуб молодых рабочих, объединенных «чистым духом поиска истины», так говорил об этом сам Франклин.

В 1729 году он стал издавать в Филадельфии «Пенсильванскую газету», которая скоро стала самой распространенной в Северной Америке. Два года спустя Франклин открывает первую Публичную библиотеку, а в 1743 году — Американское философское общество. Членами его были уже люди науки. Однако «Джунта» не погибла. Клуб превратился в Американское общество для развития и распространения полезного знания. Потом оно слилось с медицинским обществом и в конце концов объединилось с Американским философским обществом.

Поглядев «потрясающие» опыты доктора Спенса, Франклин, в ту пору уже политический деятель, дипломат и богач, немедленно купил, хорошо поторговавшись, все оборудование экспериментатора и увез к себе в Филадельфию. Здесь он научился обращаться с электрической машиной и лейденскими банками и обнаружил, что, если на заряженном кондукторе электрической машины укрепить заостренный металлический прут, электричество с кондуктора стекает постепенно, без искр и треска. Практический ум американца тут же увидел возможности применения этого эффекта. Если молния во время грозы — та же электрическая искра, то не удастся ли с помощью заостренного

металлического шеста разрядить облака и свести опасные заряды на землю?

Семь «электрических лет» пробежали в жизни Франклина. Что такое семь лет? Но Франклин успел сделать столько, на что другому понадобилось бы семьдесят семь...

Прежде всего следовало убедиться в том, что небесное электричество и земное, из обыкновенной электрической машины или накопленное путем трения стеклянной трубочки на лейденской байке, — одно и то же.

Наука не оторвала Франклина от общественной деятельности. С 1737 по 1753 год он — почтмейстер Филадельфии, а с 1753 года — и всех 13 североамериканских колоний Англии, он фактически создал регулярное почтовое сообщение в Северной Америке. Франклин участвует в созыве первого конгресса представителей колоний в г. Олбани и едет в Лондон, где разоблачает злоупотребления английских чиновников и борется против рабства негров. И все это одновременно с занятиями наукой. Ничто, чему он научился, что узнал, не лежало у него мертвым грузом. Он все использовал. Даже память о детских увлечениях — о запуске воздушных змеев. Потихоньку от жены Франклин соорудил из ее шелкового платка большой воздушный змей, приделал к нему металлическое острие из проволоки и, выбрав ветреный день, когда грозвые тучи низко стлались над землей штата Пенсильвания, приступил к опыту. Он запустил змей высоко, под самые облака, насколько хватило бечевки. К концу ее привязал металлический ключ, а к ключу — шелковую ленту, поскольку уже знал, что шелк электричество не проводит. За шелковую ленту он и держался.

Скоро веревка намочла. И когда вдалеке блеснула первая молния, Франклин поднес к ключу лейденскую банку. Длинная голубая искра «клюнула» металлический шарик центрального электрода. Франклин тут же проверил заряд электроскопом. Листочки прибора послуш но разошлись. Блеск! Он действительно свел электричество с неба. И эта таинственная субстанция ничем не отличалась от той, что добывалась простым трением,

..

«Прекрасно! — ликовал ученый, — Больше я не позволю тебе убивать людей, сжигать дома и корабли. Мы настроим заостренных шестов, которые сведут все молнии на землю!» И Франклин начинает широкую кампанию за повсеместную установку громоотводов.

Он всегда трудился увлеченно! Весело смеялся, когда свидетели его опасных опытов вздрагивали от треска сиренево-розовых искр. Он не только работал весело, но и весело отдыхал... «Ввиду того, что наступает жаркая погода, когда электрические опыты доставляют мало удовольствия, мы думаем покончить с ними на этот сезон, завершив все довольно веселым пикником... — писал он в Англию, где у него после дипломатических поездок осталось немало друзей. — На берегах реки Скулкилл искра, переданная с одного берега на другой без какого-либо проводника, кроме воды, зажжет одновременно на обоих берегах спиртовки... Индейка к нашему столу будет умерщвлена электрическим ударом и зажарена на электрическом вертеле огнем, зажженным наэлектризованной банкой. Мы выпьем за здоровье всех известных физиков... из наэлектризованных бокалов под салют орудий, стреляющих от электрических батарей...»

Не этот ли стиль пытались возродить почитатели ученого, собравшиеся на праздник в Филадельфию спустя более двух столетий после смерти Франклина?

Впрочем, Франклин писал в Англию не только развлекательные письма. Он сообщал в Лондонское королевское общество о всех результатах своих исследований, и его письма с удовлетворением зачитывались на заседаниях. Скоро эти письма, написанные прекрасным слогом, были изданы отдельной книгой «Опыты и наблюдения над электричеством, сделанные в Филадельфии в Америке Бенджамином Франклином». Их перевели на французский и немецкий языки, и скоро с ними познакомился весь ученый мир Европы.

Весть об открытии Франклином воздушного, или атмосферного, электричества разнеслась по всем странам. Опыты американца повторяли ученые и любители. Это была настоящая сенсация, и она никого не оставляла равнодушным. Не нужно забывать, что в описываемое время прослойка просвещенной интеллигенции незначительна. Не только

среди простого народа, но и в кругах буржуазии и дворянства по-прежнему была широко распространена вера в знамения и чудеса, в существование привидений и бесовского наваждения, в колдунов и ведьм.

Молния в небе, молния-разрушительница, причина пожаров и несчастий была хорошо знакома людям независимо от континента, страны или исповедуемой религии. Для всех она — грозное и страшное явление, связанное с высшими силами. И потому низведение молнии на землю, влияние человека на нее не могло не производить сенсации.

Вполне естественно, что в России, взбудораженной эпохой Петра I, любая новость попадала на благодатную почву. Еще Петр I издал декрет о присылке столицу всевозможных диковинок. С жадностью и восторгом неопита искал он повсеместно все неожиданное, как природное, так и рукотворное. И это устремление к новому не могло исчезнуть сразу после смерти царя.

Об опытах Франклина в России узнали впервые из статьи, переведенной из кельнской газеты и помещенной в «Санкт-Петербургских ведомостях» 1752 года. Вот что там было написано:

"Никто бы не чаял, чтоб из Америки надлежало ожидать новых наставлений об электрической силе, а однако учинены там наиважнейшия изобретения. В Филадельфии, в Северной Америке, господин Вениамин Франклин столь далеко отважился, что хочет вытягивать из атмосферы тот страшный огонь, который часто целыя земли погубляет. А именно делал он опыты, для изведания, не одинакова ли материя молнии и электрической силы, и действие догадку его так подтвердило, что от громовых ударов следующим образом охранить себя можно: на вершинах строений или кораблей надлежит утвердить железныя востроконечныя прутья перпендикулярно поставленныя; вышиною от 10 до 12 футов и для охранения от ржи позолоченныя; а от нижнего конца прутьев спустить проволоку к подошве строения наземь или от мачтового каната на кораблях.

Как чинили сей опыт в марлийском саду железным прутком, вышиною в 40 футов поставленным, и на электризованном теле утвержденном, во время грома, который шел через то место, где был прут, то бывшия при том персоны вытянули такыя искры и движения, которыя подобны тем, кои производятся обыкновенною электрическою силою.

В Париже 18 мая из утвержденного 99 футов вышиною и в виноградном саду поставленного прута вытягивали многая искры через полчаса и более в то самое время, как густая туча над тем местом. Сии искры совершенно походили на исходящий из фузеи огонь и причиняли такой же стук и такую же опасность. Другими опытами тоже подтверждено явилось, что с помощью востроконечных прутков у громовых туч огонь отнять можно".

И это в то время, когда споры о природе молнии и громоотводе не утихали еще даже на родине Франклина. Ученый первым установил на своем доме изолированный железный шест, соединил его проводником с землею и даже включил в цепь звонок, чтобы молния сама предупреждала хозяина дома о своем появлении.

Год спустя в одном из своих писем он изложил подробно теорию громоотвода, предлагая заострять верхний конец металлического шеста, поскольку заметил, что с острия электричество стекает постепенно, без внезапных разрядов. В Америке громоотводы распространились довольно быстро. В самой Филадельфии скоро уже все крупные здания были снабжены защитными устройствами. Лишь французское посольство, в силу предубеждения перед новшествами, отказалось от установки громоотвода. И вот — ирония судьбы. В 1782 году именно в это здание ударила молния, и оно сгорело.

Во Франции опытами с атмосферным электричеством занимались многие исследователи. Однако, когда один из жителей Омера установил на крыше своего дома громоотвод, его соседи усмотрели в этом прямой вызов небу и заставили муниципалитет вынести постановление о снятии богопротивного прибора. Владелец дома затеял тяжбу с городскими властями. Он поручил ведение дела молодому юристу из Арраса, небезызвестному Максимилиену Робеспьеру, в будущем — деятелю Великой французской революции. И тот выиграл процесс, обретя при этом значительную популярность среди

горожан.

Во всем мире шли ожесточенные споры по поводу громоотводов. В Англии на конец металлического шеста предлагали надевать шар, чтобы сделать притянутую молнию безвредной. В Германии кое-кто полагал, что громоотвод вызывает засуху, а в Америке с церковных амвонов раздавались уверения в том, что землетрясения, сотрясающие земли Нового Света, имеют своими причинами неблагочестие прихожан, выразившееся также в установке громоотводов на крышах своих домов.

### Молния. XX век

Здесь, пожалуй, стоило бы еще раз вернуться к механизму образования и развития молнии с современных позиций. При этом один из главных вопросов: откуда и как образуется электрический заряд в облаке?

Наблюдения показывают, что облака состоят из мириад крошечных капелек воды. Частицы воды в облаке непрерывно движутся, сталкиваются. Одни сливаются в капли, другие, наоборот, разбрызгиваются сильными порывами ветра. Поднимаясь вверх, они замерзают и превращаются в кристаллики льда, которые еще разламываются, сталкиваясь друг с другом.

В исследовательских лабораториях не раз ставили опыты, показывавшие, что при отрыве от капли воды мелких частичек или при ее замерзании капля приобретает электрический заряд. Не исключено, что именно такой процесс ведет к накоплению электричества в облаке. В верхней его части — положительного, в нижней — отрицательного. Однако существуют и другие предположения ученых о механизме электризации.

Так или иначе, но наша «облачная машина» накопила заряды. И разность потенциалов между облаком и землей или между отдельными частями облака достигла критической величины...

Видели ли вы, как весной из большой лужи талой воды рождается ручеек? Извиваясь среди бугорков нарастающего снега и нагромождений льдин, он прокладывает себе дорогу по извилистому пути наименьшего сопротивления. Примерно так же начинается и «пробой» — движение лавины электронов в воздухе, когда напряженность электрического поля переваливает за критическую величину. Только процесс этот, разумеется, идет значительно быстрее. Электроны разгоняются полем, приобретают большие скорости. Сталкиваясь с атомами воздуха, они разбивают их, ионизируют. Воздух в узком канале из обычного состояния изолятора превращается в плазму — в отличный проводник. Всего сотую долю секунды нужно, чтобы первый импульс — лидер молнии скачками добрался бы от облака до поверхности земли. И вот тут-то и начинается бурное соединение отрицательных зарядов, скопившихся в канале, который проложил лидер, с положительными зарядами, наведенными на земле, на кроне дерева или на высоких строениях. Теперь уже от земли вверх по проложенному пути бьет гигантское пламя основного разряда, достигая в своем движении скоростей в десятки тысяч километров в секунду.

За первым импульсом в принципе может следовать второй, третий... Бывает, что их насчитывается по несколько десятков. Но чаще — два, три, не больше. При этом продолжительность каждого импульса — сотые доли секунды, глазу не заметить. Столь же кратковременны и промежутки между ними. Поэтому молния, несмотря на свою прерывистость, представляется наблюдателю единым длинным разрядом.

А почему молнии сопровождаются громом? Процесс этот довольно любопытен. Двигаясь в канале молнии, лавины заряженных частиц в считанные доли секунды сильно разогревают воздух, превращая его в плазму, и он рывком расширяется. Это расширение подобно удару, который порождает звуковые волны. Их-то мы и слышим. Естественно, чем больше электричества пройдет через разрядный канал, чем резче будет этот удар, тем громче звучит голос молнии.

Бывают ли «тихие молнии»? Оказывается, бывают, хотя мне и не довелось встречать. Но о том писал уже Лукреций в шестой книге своей замечательной поэмы «О природе вещей», о бесшумных молниях рассказывал французский физик XVIII-XIX веков Доминик Франсуа Араго, много занимавшийся исследованием электрических явлений.

Сегодня существует предположение, что без грома развиваются те молнии, которые начинаются и спадают постепенно. Представьте себе раскаленную плазму в канале разряда молнии, которая давит на стенки канала, но они не раздуваются бесконечно, поскольку отдельные линии тока в канале вследствие одинаковости их направления сильно притягиваются друг к другу. Наступившее равновесие тех и других сил поддерживает канал. И если ток в нем нарастает и спадает постепенно, это равновесие практически не нарушается. Другое дело, когда ток обрывается вдруг, рывком. Канал под действием внешнего давления «схлолывается», и тут уж жди грома.

Наблюдательный читатель сразу же задаст следующий вопрос: «Почему от маленькой искры мы слышим одиночный треск, а от длинной молнии он доносится раскатами?»

Попробуйте сами ответить на него. Нетерпеливым я подскажу, тем более что ответ заключен в самом вопросе. Какова длина средней молнии? Несколько километров. А скорость звука? 330 метров в секунду при обычных условиях. Вот и доносится до нас гром от разных участков молнии неодновременно. Отсюда — раскаты. Продолжительность грома зависит от многих причин — от извилистости пути молнии, отражения от облаков или стены падающего дождя, от земли и строений на ней... Звук ведь довольно хорошо отражается. Используя это его свойство, в Японии вдоль шоссе с интенсивным движением в районах населенных пунктов, где дома близко подходят к обочине, ставят звукоотражающие стены. И не так-то уж они высоки — метра три. При этом, понятно, на самом шоссе децибеллы растут, а жителям спокойнее. Нам рассказывал наш гид, что сейчас муниципалитеты, по чьим землям должны проходить автострады, не дают разрешения на прокладку дороги, если строительная фирма не обязуется закрыть их в согласованных пределах противозвуковыми заслонами.

Сегодня ученые научились получать сверхвысокие напряжения, но в механике образования молнии еще много белых пятен. Судите сами: чтобы получить в лаборатории искусственную молнию, нам приходилось поднимать напряженность поля чуть ли не до 3 миллионов вольт на метр. В облаках же при измерениях того же параметра с самолетов получать больше 200 — 300 тысяч вольт на метр никогда не удавалось. А молнии там все-таки возникают — и какие!

Определенно прав тот англичанин, который сказал как-то, что, когда ученые начинают слишком много о себе воображать, природа подкрадывается к ним сзади и дает хо-орошенького пинка!

Молнии бывают и без всякой грозы. Вулканологи, изучавшие извержения, много раз отмечали страшные электрические разряды в облаках вулканического пепла. А несколько лет тому назад мир был взволнован сообщениями о катастрофических взрывах на японских супертанкерах. Самое необычное заключалось в том, что суда взрывались уже пустыми, во время промывки колоссальных танков сильной струей воды.

Одно из объяснений гласит, что при промывке образовывались облака нефтеводяной пыли, частицы которой несли электрические заряды. Тут достаточно было одной крохотной искорки...

Сколько тайн хранит история науки, история техники! Возьмите те же громоотводы. Считается, что изобрел их Франклин. А как же римляне? Кроме того, некоторые историки утверждают, что то же самое делали и египтяне еще задолго до римлян. Похоже, что свысока относиться к предкам определенно не стоит.

#### Ловцы молний. XX век

В конце первой четверти XX столетия перед учеными во весь рост встала проблема

получения высоких и сверхвысоких напряжений. Физикам нужны были сильные электрические поля, для того чтобы быстрее разгонять заряженные частицы и бомбардировать мишени. Во всех странах развивалась работа по изучению строения атома. Электростатические генераторы поднимали напряжение до миллиона вольт. Но этого было мало. Вот если бы удалось заставить работать молнию... В 1928 году трое молодых ученых — Браш, Ланж и Урбан — решили реализовать эту идею.

На горе Дженерао в Швейцарии, где атмосфера всегда щедро насыщена электричеством, физики подняли на мачтах на высоту примерно около 80 метров металлическую сетку. Это устройство собирало из туч столько электричества, что его потенциал поднимался до 10 миллионов вольт. Очевидцы рассказывали, что опыты производили страшное впечатление и требовали от ученых большого мужества. Иногда напряжение на сетке достигало максимума, воздушный промежуток с оглушительным треском пробивала длинная, более четырех метров, искра. За одну сотую секунды — именно такое время длился разряд, сила тока достигала десятков тысяч ампер!

Браш, Ланж и Урбан пытались полученным напряжением ускорять протоны. Опыты длились до 1933 года, пока в один из грозовых дней Курт Урбан на крошечную долю секунды не потерял бдительность. Может быть, он слишком привык к постоянной опасности, пригляделся к огненным змеям. Однако новая сила — электричество не допускает небрежности. И молодой человек заплатил за нее жизнью. После этого работы на горе Дженерао были свернуты. Они оказались слишком опасными и... недостаточно эффективными. Физики научились в лабораториях строить ускорители, разгоняющие заряженные частицы до миллиардов электрон-вольт.

Однако опыты по притягиванию молний, по сведению небесного огня с неба на землю не прекратились. Чтобы изучить природу электрического разряда, нужно было во что бы то ни стало познакомиться с ним поближе. И вот в середине нашего столетия швейцарский профессор Карл Бергер, изучив районы страны, где чаще всего бывают грозы, построил на горе Сан-Сальваторе, в окрестностях Лугано, стальную башню на высоте 915 метров над уровнем моря. Способ оказался весьма эффективным. Ловец молний принимал до сотни ударов атмосферного электричества в год, замерил их силу и составил альбом фотографий с помощью высокоскоростной аппаратуры. Бергер, пожалуй, первым сумел запечатлеть отдельные фазы рождающегося разряда.

Сейчас такие лаборатории имеются во многих странах. Жизнь исследователей в них наполнена ожиданием и беспокойством. Нередко среди ночи тревожные сигналы системы оповещения поднимают их с постелей. Приборы извещают, что напряженность электрического поля в воздухе достигла критической величины и нужно ожидать грозы. В такие ночи все сотрудники уже не помышляют о сне.

Вот стрелки приборов подошли к красной черте. Руководитель эксперимента нажимает кнопку на пульте. И тотчас в некотором удалении от здания лаборатории раздается громкое шипение: примерно метровая ракета срывается с направляющих и, разматывая за собой тонкий провод, уходит в вышину. Едва красно-желтая реактивная струя успевает подняться всего на несколько сот метров, как окрестности озаряются мертвенным светом: молния обрушивается с неба и бьет в стартовые направляющие — эксперимент удался.

Ловцы молний разделяют свою «добычу» на «нисходящие» и «восходящие» молнии, в зависимости от их направления. Короткие по времени считаются «ясными» и «холодными», а «горячие» живут в тысячу раз дольше и, являются главными причинами пожаров.

При напряжении около 100 миллионов вольт сила тока в молнии может достигать 100 тысяч ампер. Для наглядности напомним, что в электрической лампочке мощностью в 100 ватт сила тока не превышает и половины ампера.

Во время разряда воздух в молниевом канале разогревается до 30 тысяч градусов — это примерно в пять раз больше, чем температура солнечной поверхности; Раскаленная среда резко, как взрыв, расширяется и вызывает ударную волну. Гремит гром.

Людей всегда удивляло то обстоятельство, что пораженные небесным огнем часто

оказывались без одежды. В чем тут причина? —

Объяснение нашли сравнительно недавно: когда разряд проходит по поверхности тела, жертвы, влага кожного покрова и пот моментально испаряются. Резкое повышение давления паров срывает одежду и обувь с пострадавшего.

По подсчетам статистиков, случаи поражения молнией за последние годы становятся все реже. Однако в 1977 году удар молнии повредил атомный реактор в Стейде. В 1981 году в японский танкер «Хакуйо Мару» (тоннаж 102 тысячи тонн) после освобождения его от сырой нефти ударила молния. Она воспламенила газоздушную смесь, оставшуюся в танках судна, и в результате от танкера осталась груда пережженной стали.

Громоотводы и стальная арматура железобетонных конструкций надежно предохраняют от грозового разряда людей, находящихся в помещениях современных зданий. Поэтому в городах гроза практически безопасна.

В наше время одна из задач исследователей — защита чувствительной электроники от атмосферных разрядов. Даже отдаленные разряды способны помешать, внести сбой в работу электронных систем.

Хорошая гроза расходует энергию, равную примерно энергии взрыва атомной бомбы. Мимо такой бесцельной траты энергии люди, конечно, не могли пройти. Однако, несмотря на то что первые предложения по использованию этой энергии относятся еще к прошлому столетию, результаты по их реализации пока невелики.

## Глава 5

### Господа профессора Санкт-Петербургской Академии наук

По мосткам, проложенным вдоль низкого и топкого берега Васильевского острова, душным июльским днем лета 1753 года идут двое. Один высок и дороден. Телосложения крепкого, можно сказать, богатырского. Шагает широко, размашисто, под ноги не глядит. Попадет каблук башмака в щель промеж досок — выдернет, не поморщась. Вроде как не замечает он ни жары-духоты летней предгрозовой, ни пыли, ни неровностей пути. Темные круги обозначились в подмышках на голубом академическом кафтане с отворотами. Время от времени утирает он широким обшлагом пот, стекающий из-под напудренного парика, но хода не замедляет.

Другой ростом поменьше и в кости тоньше, а потому кажется рядом с товарищем комплекции сублильной. Однако, ежели приглядеться, то и он мужчина крепкий и в самой поре, лет сорока. Поспешая за рослым спутником своим, идет аккуратно, выбирает, куда ступить, чтобы пыль от хлопающих досок не садилась на белые чулки и панталоны. Одновременно успевает и оглядеться вокруг, оценить и удержать в памяти все увиденное. Плышет по Неве плот. «Две дюжины бревен в ряду, — отметит он про себя и посчитает: — На две гонки мужиков трое, что есть немного, а стало быть, хорошо работают, не ленятся». Приметит посредине плота груз, прикрытый рогожей, враз уразумеет: «Должно, чугун в Адмиралтейство от Литейного сплавляют». Жара ему не помеха, даже лоб не блестит. Оглядев небосвод, край которого медленно затягивают облака, наливающиеся свинцовой тяжестью, он тут же отмечает вслух: «Es ist warm, aber ich glaube, das nach Mittag ein Gewitter sein wird...»<sup>9</sup>.

И хотя мысли его товарища далеки от окружающего, тот откликается: «Vielleicht, meinetwegen»[Возможно, пусть будет... (Нем.) — и переходит на русский язык: «На Илью до обеда всегда лето, а с обеда — осень. — Он смотрит на небо. — Тучи от норда идут. Грому нарочитаго ожидать можно. Надобно машину грозовую наладить успеть, дабы

<sup>9</sup> Тепло, но я думаю, что после обеда будет гроза, не правда ли? (Нем.)

опыты и наблюдения чинить непомешно. Есть ли новинки в сем деле за то время, что был я в Усть-Рудицах?»

Переходит ка русскую речь и его приметливый товарищ: «Сего июля осьмнадцатого числа имел я паки случай примечать электрическую силу громовых туч. Опыты чинились при некоторых господах профессорах и членах академических... — Он говорит с трудом, книжно, как пишет. Так обычно говорят иноземцы, знакомые с языком не по живому общению с людьми, а через книжную ученость. — Гром не близко, однако ж, после первого удара шелковая нить указателя от железной линейки нарочито далеко отскочила, и материя электрическая с шумом из конца линейки в светлыя искры рассыпалась... — Он забегаёт чуть вперед, чтобы посмотреть, производит ли его рассказ должное впечатление на собеседника. И, убедившись, что тот слушает с интересом, продолжает: — У некоторых, державших линейку, великое потрясение по всей руке и иным членам произошло. А шум исходящей материи слышали даже те, кто стоял нарочито далеко...»

Именно такой представляется мне сегодня сцена возвращения двух профессоров Санкт-Петербургской Академии — Михаила Васильевича Ломоносова и Георга Вильгельма Рихмана после заседания Конференции домой в июле 1753 года. Таким представляется и их диалог...

Опыт, чинимый с электрической силой, поражали воображение Ломоносова. Околдованный еще в Марбурге в студенческие годы зрелищем, как под ладонями университетского экспериментатора вертящийся стеклянный шар накапливает таинственную материю, которая стреляет голубыми искрами, он всеми силами содействовал постановке тех опытов в Петербурге. Рад был, что и друг его, любезный профессор Рихман, тою же материей заинтересован. Добивался для Рихмана отведения «каморы электрической» в строгановском доме, хлопотал о приборах и бегал повсечасно глядеть, то ли делает профессор, да все ли ладно получается... У себя в доме, к ужасу супруги Лизаветы Андреевны и домочадцев своих, соорудил он «громовую махину», с коею чинил опыты, пугавшие всю округу.

В 1744 году по собственному почину буйный Академии наук адъютант Михаила Ломоносов приступил к наблюдению за грозами. В рабочем журнале он отметил 17 гроз за лето. Более всего прогремело их в июле. И почти каждый раз тучи собирались пополудни, часу около третьего или четвертого.

В начале 1745 года императрица Елизавета со всем двором после долгого пребывания в Москве и Киеве вернулась, наконец, в столицу. Жизнь оживилась. В кабинет ее императорского величества вызван был советник Шумахер, где ему объявили приказ: «...коим образом ея императорское величество указать, изволила, профессором Рихманом сделанный в Академии электрические эксперименты чинить ему, профессору, при дворе, дабы ея императорское величество собственною высочайшею особою действие онаго эксперимента видеть изволила»<sup>10</sup>.

Ну чем у нас не Версаль?

Между тем Ломоносов продолжал:

— Понеже из проволоки во время грому подлинныя электрические искры происходят, — он говорил как бы сам с собой, не глядя на шагавшего рядом с ним Рихмана, — посему заключаю я, что к тем опытам с м-шенбруковыми и клейстеровыми склянками никакой электрической махины не надобно. Гром совершенно вместо нея служить может. От сих искр должен также спирт винный, а также нефть, порох и прочее загораться.

Рихман молчал. Не то чтобы его мнение было принципиально несогласно с ломоносовским, но он сначала хотел сам в том удостовериться. Сказывались различия темпераментов и разный подход к проблеме.

<sup>10</sup> Протоколы заседаний Конференции Императорской Академии наук с 1725 по 1803 г., т. 11. СПб., 1897-1899, с. 54.

— Экой ты, Михаила Васильевич, строптивец. Истинно «ломай нос». Сие все в испытаниях нуждается. Есть ли в искрах громовых достаточно силы и теплоты для зажигания...

Ломоносов шагал, сжавши губы узкой полосой и выставив вперед круглый подбородок. Обманчиво-мягкое лицо его отвердело. Оу и смолоду-то был упрям. И не раз случалось, что когда кто-либо начинал ему перечить, становился несдержан. Однако Рихмана он любил. Уважал за знания, за упорство. Были они почти одногодками, но Рихман определено был профессором раньше. И Ломоносов никогда не забывал, как в начале учения ему, приехавшему из Москвы студенту Славяно-греко-латинской академии, готовящемуся к отъезду в Германию, именно Георг Рихман давал первые уроки немецкого языка...

С основанием Академии наук в России, в Санкт-Петербурге, возникла чуждая русскому обществу колония иностранцев, которые мало соприкасались с той средой, в которую оказались внедрены. Они не были торговцами, не являлись врачами, мастерами, ремесленниками, то есть теми, чей труд был понятен, привычен для русских людей и чье пребывание в стране не вызывало недоумения. В Академию наук большинство специалистов приглашалось не для решения конкретных проблем, а с единой целью — привить в России европейскую образованность. Но для этого мало было набрать хороших и знающих людей. Нужно было сначала, как говорил в свое время Василий Никитич Татищев, «приготовить землю, на которую сеять». А этому мало помогали реформы, не решали вопрос повинности. Все они — от указов об основании новых школ и расширении старого «книжного почитания» до запрета жениться дворянским детям без минимума образованности — касались внешней, поверхностной жизни государства. Чтобы просвещение вошло в плоть и кровь народные, нужны были свои Коперники и Галилеи, Бэконы, Декарты, Лейбницы. Они должны были не просто усвоить основы новых начал, не просто понять их, но впитать их органически, «переварить» и переосмыслить. И тогда на «приготовленной земле», на своей национальной основе, развивать дальше новое мировоззрение, понятное широкому кругу соотечественников. Развивать его в русле мировой науки.

Приезжие иноземцы в большинстве своем честно занимались задачами практического изучения России. Но ни цели, поставленные перед ними, ни методы, ни результаты их работы, описанные латынью, на немецком или на французском языках, не были понятны большинству русских. Даже первые переводы этих работ оказывались столь же темными, как и оригиналы. В русском языке того времени отсутствовала терминология, тождественная европейской. Не существовало самого научно-логического строя, способного излагать отвлеченные понятия и естественнонаучные истины. Русские риторы понаторели в спорах богословских, в борьбе против остатков язычества на широких просторах державы, но естественнонаучный язык выработан не был. И потому первые переводы, пытавшиеся передать смысл иноземной учености, были совершенно невразумительны. «Прочный корень науки мог быть положен только, когда ее содержание было принято не на веру, не из подражания, не под давлением чужого авторитета, а самостоятельно продумано и усвоено умом, способным к независимому исследованию, и вошло в его собственную природу. В первый раз это сделано было Ломоносовым, и в этом была его великая заслуга, залог обширного влияния в течение XVIII века и историческое значение в русской литературе»<sup>11</sup>.

Можно выдумать порох, открыть планету, вывести новую математическую формулу или изобрести целый математический аппарат и тем самым снискать благодарность человечества. Но только редкие гении способны научить людей думать по-иному, по-новому, способны изменить их представления об окружающем мире, создать новое мировоззрение.

Так и для одного из идущих по набережной — для Георга Вильгельма Рихмана,

<sup>11</sup> Пыпин А. И. История русской литературы, т. III, СПб 1899 с. 482.

академика и профессора по кафедре теоретической и практической физики Санкт-Петербургской Академии наук, — изучение громовой силы явилось главной задачей, важной самой по себе. Для второго же академика и тоже профессора, только по кафедре химии, Михаила Васильевича Ломоносова, этот вопрос был одним из примеров единства материального мира. Это был один из камней фундамента нового мировоззрения, которое он выработывал и которое должно было прийти к его соотечественникам на смену все еще не изжитой средневековой и церковной схоластике.

Оба с утра присутствовали в заседании Конференции и теперь поспешали домой к обеду, а также в надежде удостовериться в прежних своих наблюдениях над электрической силой. Рихман должен был показать сущность опытов своих граверу — мастеру Соколову, поскольку тому было поручено изобразить их на виньетке к предстоящей речи, имеющей быть напечатанной в академической типографии. Господа профессора дошли до угла Второй линии, на котором обычно прощались, ибо один из них, а именно Ломоносов, жил неподалеку. Дом Рихмана стоял на углу Пятой линии и Большого проспекта. Православные обходили это строение с высокими шестью на крыше, принимавшими гром. От шестов с железными прутьями шли а сени цепи к электрическому указателю, придуманному и сооруженному хозяином.

Однако тучи в этот день были невелики и изрядного грома не обещали.

На крыше ломоносовского дома проволока шла от железного штыря к калитке, а оттуда в сени. Это и была «громовая машина». К ней и спешил Михаил Васильевич. Он остановился в сенях поглядеть на электрический указатель Рихмана. Оба ученых полагали, что сей снаряд позволит им вести непрерывные наблюдения, примечая изменения электрической силы не только во время грозы. Но пока нить висела вдоль железной линейки, не подавая никаких признаков жизни.

В доме собирали на стол, и Лизавета Андреевна окликнула мужа, выговаривая ему за задержку. Он же все ждал и дождался: нить дрогнула, поднялась, а из проволоки без всякого грома посыпались искры.

— *Komt mal her...* Быстрее, быстрее! Идите сюда и смотрите, какого цвета эти искры, — закричал Ломоносов. Цвет искр был одним из предметов спора с Рихманом. И Ломоносову нужны были свидетели.

Домочадцы, призванные хозяином, робко жались у стенки, подальше от громовой машины, а Лизавета Андреевна — его супруга, которая, несмотря на годы, прожитые в России, с русским языком была в больших неладах, все просила:

— Довольно, Михаил, с меня хватит. Мне страшно. Пойдем обедать, щи остынут.

В этот момент грянуло почти что над головой. Искры брызнули разноцветным каскадом, и все, толкаясь, побежали из сеней. Переждав немного, пошел за обеденный стол и Михаил Васильевич. Но не успел он выхлебать и тарелки щей, как входная дверь распахнулась и в горницу весь в слезах ввалился человек из двора Рихмана. Утирая глаза, он выговорил:

— Профессора громом зашибло...

Машина для примечания электрической силы была у Рихмана учреждена в шкафу, что стоял в сенях у окошка. Состояла она из железного прута в палец толщиной и длиной в один фут. Нижний конец одного спущен был в хрустальный стакан, отчасти наполненный медными опилками. К сему пруту с кровли дома проведена была сквозь сени проволока железная под потолком. Свидетели происшедшего рассказывали: сначала «указатель электрической» ничего не показывал, и господин профессор рассудил, что гром еще нарочито далеко отстоит. Тогда он позвал гравировального мастера Соколова, сказавши ему, что пока-де опасности никакой нет и тот все как надо может приметить, дабы в точности на виньетке изобразить.

Вскоре после того увидел Соколов, как из прута без всякого прикосновения вышел синеватый огненный клуб с кулак величиной и господину профессору прямо в лоб потрафил. А тот, не издавши и малого голоса, упал назад. В самый момент тот последовал удар такой, будто из малой пушки выпалено было, отчего и оный мастер упал на землю и почувствовал на спине у себя некоторые удары, от которых после усмотрено, что

произошли оне от изорванной проволоки, которая у него на кафтане с плеч до фалд знатная горелая полоса оставила. Комната наполнилась густым дымом, и Соколов подумал, что молния зажгла дом.

Оттого, поднявшись в беспамятстве, выбежал он на улицу и объявил о сем стоящему недалеко пикету...

Когда жена Рихмана, услышавши столь сильный удар, прибежала в сени, то увидела, что господин профессор без всякого дыхания навзничь лежит на сундуке у стены. Тотчас кликнула она людей и стали его тереть, чтобы «отведать», не оживет ли. Пришел лекарь минут через десять. Старался пустить ему кровь из руки. Однако крови вышло мало, одна капелька, хотя жила, как было усмотрено позже, действительно отворена была. Господин профессор Краценштейн несколько раз, как то делают обыкновенно с задушившимися людьми, зажал господину Рихману ноздри, — дул ему в грудь, но все напрасно.

«Мне, — писал Ломоносов Шувалову, — и минувшая в близости моя смерть, и его бледное тело, и бывшее с ним согласие и дружба, и плач его жены, детей в доме столь были чувствительны, что я великому множеству народа сошедшегося не мог ни на что дать слова или ответа, смотря на того лица, с которым я за час сидел в Конференции и рассуждал о нашем будущем публичном акте... Между тем умер господин Рихман прекрасною смертью, исполняя по своей профессии должность. Память его никогда не умолкнет: но бедная его вдова, теща, сын пяти лет, который добрую показывал надежду, и две дочери, одна двух лет, другая около года, как об нем, так и о своем крайнем несчастье плачут. Того ради, Ваше превосходительство, как истинный наук любитель и покровитель, будьте им милостивый помощник, чтоб бедная вдова лучшего профессора до смерти своей пропитание имела, и сына своего маленького Рихмана могла воспитать, чтобы он такой же наук любитель был, как его отец. Ему жалованья было 860 рублей. Милостивый государь! Исходатайствуй бедной вдове его или детям до смерти. За такое благодеяние Господь Бог Вас наградит, и я буду почитать больше, нежели за свое».

Смерть Рихмана потрясла всех. Несколько дней спустя Шумахер сделал представление президенту Академии даже об отмене торжественного акта, на котором Михаил Васильевич должен был читать доклад об электрических силах, и тот согласился. Пришлось Ломоносову снова и снова писать к своему покровителю Ивану Шувалову. В конце концов приготовленный им мемуар Шумахер отправил для прочтения почетным членам Академии, жившим за границей, и просил именем президента сообщить о своем мнении. Коварный недруг ожидал неблагоприятных отзывов. Но вот пришел ответ Эйлера из Берлина: «Сочинение господина Ломоносова об этом предмете я прочел с величайшим удовольствием. Объяснения, данные им относительно столь внезапного возникновения стужи, и происхождения последней от верхних слоев воздуха в атмосфере, я считаю совершенно основательными. Недавно я сделал подобные же выводы из учения о равновесии атмосферы. Прочие догадки столь же остроумны, сколько и вероподобны и выказывают в господине авторе счастливое дарование к распространению истинного познания естествоведения, чему образцы, впрочем, и прежде он представил в своих сочинениях. Ныне таковые умы весьма редки, так как большая часть остаются только при опытах, почему и не желают пускаться в рассуждения, другие же впадают в такие нелепые толки, что они в противоречии всем началам здравого естествоведения...».

Ломоносов раньше других увидел в развитии — новой для человечества области знаний — в электричестве — «великую надежду к благополучию человеческому». И в этом еще раз сказилось гениальное предвидение великого русского ученого.

Во времена Ломоносова засилье церкви, широко бытующие суеверия чрезвычайно осложняли работу ученых в России.

После смерти Рихмана церковь потребовала немедленного запрещения «богопротивных опытов», уверяя, что Рихмана постигла «божья кара». И это мнение находило поддержку и сочувствие не только в конфессиональных кругах.

Ломоносов заранее предполагал возможность такого исхода. И в письме к Шувалову сделал такую приписку: «...чтобы сей случай не был протолкован противу приращения

наук, всепокорнейше прошу миловать науки...»

С речами и статьями, доказывавшими, что смерть Рихмана отнюдь не «божеское наказание», а результат неосторожности, выступали ученые в разных странах, поскольку реакция несомненно ухватилась за столь неожиданный «подарок судьбы».

Много сил отдал Михаил Васильевич Ломоносов для продолжения начатых в России работ. Он неустанно искал способы безопасного наблюдения за «электрической громовой силой», написал сочинение «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих». Наконец, по его настоянию Академия наук объявила международный конкурс на лучшую теорию электричества...

### Загадка шаровой молнии. XX век

Вернемся еще раз к свидетельству гравировального мастера Соколова, который своими глазами видел, как «из прута без всякого прикосновения вышел синеватый огненный клуб с кулак величиною и господину профессору в лоб потрафил, А тот, не издавши и малого голоса, упал назад».

Рихман был убит шаровой молнией — довольно редкой разновидностью электрического разряда, до сей поры являющегося тайной для науки.

Что это такое? Советский энциклопедический словарь определяет ее так: «Шаровая молния, редко встречающаяся форма молнии, представляющая собой светящееся шарообразное или грушевидное тело диаметром 10-20 сантиметров и больше, образующееся обычно вслед за ударом линейной молнии. Существует от 1 секунды до нескольких минут».

Не знаю, как покажется вам, но по мне — информации в этой справке «негусто». Может быть, попробовать прочитать в том же словаре статью «Молния»? Откроем страницу 832: «Молния, гигантский электрический искровой разряд между облаками или между облаками и земной поверхностью, длиной несколько километров, диаметром десятки сантиметров и длительностью десятые доли секунды. Молния сопровождается громом».

В обоих определениях не очень много общего. Это и понятно. С тех пор как люди перестали видеть в явлениях природы «гнев божий», о шаровой молнии написано много заметок, статей, книг, и все равно никто из ученых не знает, как она образуется и почему существует,

Вот характеристика этого удивительного явления, составленная по огромному количеству наблюдений;

1. Внутренняя энергоемкость — от 0, 1 до 4 кВт\*ч;
2. Время существования — от нескольких секунд до 4 мин;
3. Масса — от 0, 5 до 50 г;
4. Плотность — от 0, 0013 до 0, 015 г/см<sup>3</sup><sup>12</sup>.

Какая точность!

Одним из первых ученых, вполне сознательно описавшим шаровую молнию, был Доминик Франсуа Араго. Правда, и он больше спрашивал, чем объяснял: «Как и где образуются эти скопления весомой материи, сильно пропитанные веществом молний? Какова их природа? По этому поводу в науке существует пробел, который необходимо заполнить».

Эти слова он писал в середине прошлого века в книге «Гром и молния». В 1885 году ее перевели и издали у нас в Петербурге.

Араго был уверен, что шаровая молния — это шар с гремучими газами (соединением азота с кислородом), насквозь пропитанный «веществом молнии». Такой шар, по мнению ученого, возникал в грозовых облаках, заряжался наподобие конденсатора

<sup>12</sup> См.: Гулиа Н. В. Накопители энергии. М., 1980, с. 47.

электричеством разных знаков и падал на землю. Изолятором в таком конденсаторе мог служить сухой, уплотненный электрическими силами слой воздуха между заряженными оболочками.

В случае «пробоя» изоляции искра поджигала гремучие газы, и шар взрывался. Если же «пробоя» не происходило, электрическая энергия могла тихо «стечь» с шара, и он так же тихо исчезал.

К сожалению, в гипотезе Араго ни слова не говорилось о «молниевой материи», игравшей не последнюю роль в жизни шаровой молнии.

Потом было еще много предположений о природе этого загадочного явления. Одни авторы считали, что шаровая молния несет в себе весь запас имеющейся энергии. Другие предполагали, что источник ее находится вне шаровой молнии.

Может возникнуть вопрос: если положение дел настолько неопределенно, то как могли составить ту конкретную характеристику, которую я привел? Ведь там даны и масса, и плотность, будто шаровую молнию взвесили и пощупали, есть даже энергоемкость. Как ее определили?

В 1936 году в редакцию английской газеты «Дейли мейл» пришло письмо от читателя из графства Херфордшир. Вот что он писал:

"Сэр! Во время грозы я видел большой раскаленный шар, спустившийся с неба. Он ударил в наш дом, перерезал телефонные провода, зажег оконную раму и затем исчез в кадке с водой, стоявшей под окном.

Вода кипела затем в течение нескольких минут, но когда она достаточно остыла, чтобы можно было поискать шар, я ничего не смог обнаружить в бочке.

*У. Моррис. Дорстоун, Херфорд".*

Королевский астроном, которого попросили прокомментировать это письмо, сообщил: "По-видимому, то, что видел ваш корреспондент, представляет собой очень редкое явление, известное под названием... «шаровой молнии»<sup>13</sup>.

Сообщение вызвало интерес среди ученых, и они подсчитали примерную энергию, затраченную на кипячение воды в кадке. Получилось от одного до 3 киловатт-часов. Это, в свою очередь, позволило оценить удельную энергоемкость шаровой молнии как минимум в 100 киловатт-часов.

Аналогичное явление наблюдал у нас в Закарпатье, близ города Перечина, С.С. Мах. «В августе 1962 года, — писал он, — около 11-12 часов вечера в корыто с водой для скота упала шаровая молния размером с теннисный мяч: она светилась цветами радуги в течение около 10 секунд. Вода из корыта полностью выкипела, на дне лежали сварившиеся лягушки. Размер корыта 0,3х2,5 метра. Глубина слоя воды — 15 см. В двух других корытах также были обнаружены сварившиеся лягушки».

В этом случае описываемая шаровая молния должна была иметь значительно большую удельную энергоемкость. Ведь масса выкипевшей воды — почти 100 килограммов.

Из чего же должна состоять шаровая молния, чтобы произвести такое действие? Это наверняка не «горючее вещество», потому что тогда оно должно обладать фантастической эффективностью. Напомню, что даже такое «идеальное горючее», как газ ацетилен, имеет энергоемкость во много-много раз меньшую.

Ученые выдвигали множество гипотез о природе шаровой молнии. И каждую из них время и новые факты низводили с пьедестала.

Интересны представления о шаровой молнии, развитые советским физиком Я. И. Френкелем в 1940 году<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Имянитов И., Тихий Д. За гранью законов науки. М., 1980, с. 100-101

<sup>14</sup> Френкель Я. И. О природе шаровых молний, т. 10. ЖЭТФ, 1940, с. 1424

«Яков Ильич Френкель был человеком, которого про сто оскорбляло существование непонятных физических явлений... Широко эрудированный физик, он обладал удивительной способностью сопоставлять весьма отдаленные области знания и в то же время легко, отвлекаться от досадных мелочей, часто заслоняющих основные черты явления»<sup>15</sup>.

Он считал шаровую молнию вихрем из смеси твердых частиц дыма и пыли с химически активными газообразными продуктами, которые образуются в результате удара обычной молнии. Такой вихрь из раскаленных частиц ярко светится. А циркуляция ионов в нем приводит к возникновению сильного магнитного поля, которое стягивает весь клубок в шар и способствует сохранению его формы.

И действительно, многочисленные наблюдатели отмечают «любовь» шаровых молний к печным трубам и дымоходам. Есть даже свидетельства появления огненных шаров зимой, во время метелей и снегопадов. Не значит ли это, что для существования шаровой молнии необходимы твердые частицы дыма и сажи, пыли и снежинок?

После взрыва-разряда шаровой молнии в воздухе остается дымок с острым запахом.

По расчетам Я.И. Френкеля, энергоёмкость шаровой молнии как максимум — 0, 03 кВт-ч, то есть на три с лишним порядка меньше той, что дают подсчеты англичан.

Нет, похоже, что теория, основывающаяся на энергии горения газов, для объяснения природы шаровой молнии не годится. Тогда вернулись к гипотезе чисто электрической природы этого явления. И такое предположение рассматривалось учеными. В 1960 году появилась статья Е. Хилла. В ней он сравнивал шаровую молнию с миниатюрным грозовым облаком, электрические заряды в котором разделены ударом обычной линейной молнии. В небольшом объеме собираются сгустки электрических зарядов различных знаков. Представим себе шаровую молнию, состоящую, как матрешка, из вложенных друг в друга разноименно заряженных слоев. У нас получится сферический многослойный конденсатор, энергоёмкость которого оказывается очень незначительной, в тысячу раз меньше рассчитанной Френкелем<sup>16</sup>. Между тем по разрушениям взрыв шаровой молнии приравнивается к взрыву «от сотен граммов до 20 кг тринитротолуола (тола)»<sup>17</sup>. Это весьма солидный заряд взрывчатки. Понятно, что такие свойства молнии не могли не привлечь к ней внимания тех, кто занят разработкой нового оружия. И в декабре 1960 года в американском журнале «Радиоэлектронике» появилась сенсационная статья — «Шаровая молния против ракет».

«Шаровая молния, то есть сгустки плазмы — вещества, находящегося в сильно наэлектризованном состоянии, в котором электронные оболочки атомов сильно разрушаются, может быть использована, по мнению американских физиков, для борьбы против ракет...»<sup>18</sup>.

Дальше шло популярное объяснение оригинальной гипотезы выдающегося советского физика П. Л. Капицы, выдвинутой им в 1955 году. Он писал: «Если в природе не существует источников энергии, еще нам неизвестных, то на основании закона сохранения энергии приходится принять, что во время свечения шаровой молнии непрерывно подводится энергия, и мы вынуждены искать этот источник энергии вне объема шаровой молнии»<sup>19</sup>.

<sup>15</sup> Имянитов И., Тихий Д. За гранью законов науки, с. 141

<sup>16</sup> См.: Имянитов И., Тихий Д. За гранью законов науки, с. 160-163

<sup>17</sup> См.: Гулиа Н, В. Накопители энергии, с. 50

<sup>18</sup> См.: Имянитов И., Тихий Д. За гранью законов науки, с. 107

<sup>19</sup> Цит. по кн.: Леонов Р.А. Загадка шаровой молнии. М., 1965, с. 61

Итак, гипотез много, а загадка остается неразгаданной.

Нет на свете ничего практичнее хорошей теории

В затемненном покое крутится на токарном станке укрепленный стеклянный шар. Нога в грубом черном башмаке и белом чулке упруго нажимает на педаль. Большие ладони скользят по гладкой стеклянной поверхности. Из шара вытянут насосом воздух. И вот разреженное пространство внутри стеклянного шара начинает светиться... «Что видимое сияние в месте, лишенном воздуха, произведено быть может, в том мы искусством уверены...» — запишет позже экспериментатор в тетради. И добавит: «Возбужденная электрическая сила в шаре, из которого воздух вытянут, внезапные лучи испускает, которые в мгновение ока исчезают, и в то же время новые на их места вскакивают, так что непрерывное блистание быть кажется. В северном сиянии всполохи или лучи... вид подобный имеют...» Это писал Михаил Васильевич Ломоносов. Немало времени провел он в «электрической камере» — в физической лаборатории, где стояли академические приборы.

Долгое время существовало предположение, что полярные сияния происходят, в самой атмосфере. Но однажды в Петербурге, «учинив сравнение с ними» высоты зари, вывел он, что «вышина верхнего края дуги около 420 верст» (примерно 450 км). А это означало, что полярные сияния происходят выше воздушного слоя.

Сегодня специалисты установили, что нижняя граница полярных сияний находится примерно в сотне километров от поверхности Земли и простирается вверх на 100-200 километров, а может подниматься и до 400, 600, а то и до 1000 километров над Землей.

В 1751 году на заседании Конференции Академии наук Михаил Васильевич говорил об электрической природе наблюдаемого явления. Интересно отметить, что Франклин пришел к той же мысли почти одновременно с Ломоносовым. А епископ Бергена Э. Понтопидан, занимавшийся в то же время вопросами натурфилософии, очень образно сравнил Землю с вращающимся стеклянным шаром электрической машины. При этом электрические заряды такой машины он уподоблял вспышкам полярных сияний. Такой вывод в то время был далеко не очевидным. И предположения шведского физика и астронома А. Цельсия о том, что полярные сияния это не что иное, как отблески снегов, лежащих на горных вершинах, казались современникам значительно более убедительными.

Ломоносов был очень приметливым человеком. Но основные его воспоминания о полярных сияниях основывались на детских и отроческих впечатлениях, пока он «жил до возраста в таких местах, где северные сияния часто случаются». И теперь, объявляя сходство их с электрическими разрядами, он считал, что «электрическая сила, рождающая северное сияние», обязана своим существованием тому же трению, только не ладоней о стекло, как в лаборатории, а воздушных потоков друг о друга. Для объяснения полярных сияний это было неверно, но какие далеко идущие аналогии можно вывести из этого предположения, рассматривая, в частности, современный механизм образования грозы.

«Нет ничего практичнее хорошей теории», — говорим мы сегодня, в конце XX столетия. Двести лет тому назад теория с практикой были связаны не столь тесно. В науке об электричестве еще не были открыты даже основополагающие законы, не существовали те основные понятия, которыми мы пользуемся теперь. Хорошая теория электричества была крайне нужна, чтобы от гипотез о механизме электрических явлений перейти наконец к прогрессивной ньютоновской программе — к нахождению механической, силы, измеряющей взаимодействие между наэлектризованными телами.

Потому и возникло предложение Петербургской Академии — «сыскать подлинную электрической силы причину и составить точную ее теорию».

В ту пору, как писал француз Лемонье в статье «Электричество», помещенной в знаменитой «Энциклопедии», издававшейся Д. Дидро, «мнения физиков относительно причины электричества расходятся: все они, впрочем, согласны в том, что существует электрическая материя, которая более или менее собирается вокруг наэлектризованных тел и которая вызывает своими движениями наблюдаемые нами электрические явления,

но каждый из них по-разному объясняет причины и направления этих различных движений».

Во Франции теорию Франклина о существовании электрической жидкости, «электрической субстанции», обходили молчаливо. Не одобряли ее и в России. Ломоносов и Рихман были противниками ньютоновских сил, предпочитая взгляды Декарта о существовании вихрей во всемирном эфире. По этой причине не соглашались они и с Франклинской теорией.

К 1756 году, когда окончился срок конкурса, в Академию поступило довольно много работ. Лучшей была признана присланная из Берлина и подписанная именем Иоганна Эйлера, сына великого математика. Сам Леонард Эйлер права участвовать в конкурсе не имел, поскольку являлся членом Собрания Петербургской Академии. Однако, после того как результаты конкурса были объявлены и работа получила премию, Эйлер признался в обмане — ученые записки принадлежали ему. Свои рассуждения Эйлер строил на предположении, что сверхтонкая материя, создающая электрические силы, есть не что иное, как светонесущий эфир. И все известные исследователям электрические явления относил за счет «нарушений равновесия в эфире», сгущения его или разрядки вблизи электризуемых тел. Таким образом, он обходился без введения «специальной электрической материи» Франклина.

Несмотря на то что теория Эйлера исходила из картезианских воззрений, отрицавших «электрические материи», и основывалась на явлениях в эфире, Ломоносов, по-видимому, не был удовлетворен ею полностью. В том же 1756 году он написал диссертацию «Теория электричества, разработанная математическим способом», которая осталась неопубликованной. В ней Михаил Васильевич писал: «Электрические явления — притяжение, отталкивание, свет и огонь — состоят в движении. Движение не может быть возбуждено без другого движущегося тела». Электризация, по гипотезе Ломоносова, обуславливалась вращательным движением частиц внутри вещества и в окружающем пространстве.

Обе теории были принципиально новыми, потому что сводили причину электрических явлений не к свойствам мифической жидкости, а к специфическим формам движения эфира, признанного реально существующим наукой того периода. Теории Эйлера и Ломоносова носили чисто электростатический характер. Отрицая движение электрической жидкости — электрического тока, они приводили к неправильному представлению о грозозащите и об устройстве громоотводов.

По мнению Ломоносова, надежным громоотводом могли служить изолированные «электрические стрелы», которые, должны были отводить в землю не электрический заряд, а «электрическую силу». Потому и устанавливать их он предлагал не на крышах зданий, а на пустырях, подальше от строений, «дабы ударяющая молния больше на них, нежели на головах человеческих и на храминах (т.е. на зданиях — А.Т.) силы свои изнуряла».

В принципе незаземленный громоотвод тоже способствовал разряду и отводил молнию в землю через окружающий воздух. Но при заземлении этот процесс, конечно, происходил несравненно спокойнее.

Второй надежный способ грозозащиты Михаил Васильевич видел в «потрясении воздуха», в том, чтобы «разбивать громовые тучи колокольным звоном». «Того ради кажется, — говорил он, — что не только колокольным звоном, но и чисто пушечной пальбою во время грозы воздух трясти не бесполезно, дабы он великим дрожанием привел в смятение электрическую силу и оную умалил».

Таким образом, более глубокие концепции электричества в принципиальном отношении у Эйлера и Ломоносова на практике приводили к неправильному конструированию громоотводов.

Идеи Франклина в России получили дальнейшее развитие в работе Эпинуса, вышедшей в 1759 году в Санкт-Петербурге. Тридцатитрехлетний профессор астрономии Берлинской Академии наук и астроном Берлинской обсерватории Франц Ульрих Теодор Эпинус всего два года назад переселился в Россию, приняв предложение войти в члены

Петербургской Академии.

В первые же годы жизни в Петербурге Эпинус развивает бурную деятельность. Он пишет работу о возвращении комет, о способах «поправления морского компаса и магнитных стрелок», об «умножении силы в натуральных магнитах». И наконец — большое сочинение «Опыт математической теории электричества и магнетизма», изданное отдельной книжкой. Эта работа изобилует математическими выражениями, все они носили формально-описательный характер и нужны были, по выражению самого автора, лишь для того, «чтобы избежать излишней пространности обычной речи». Никаких расчетов по этим «формулам» делать было нельзя<sup>20</sup>. Однако профессор Эпинус высказал немало замечательных мыслей, характеризующих не только его научную эрудицию, но и подлинный дар научного предвидения. Так, он отмечает, что неизвестный никому вид закона электростатического и магнитостатического воздействия представляется ему похожим по форме на закон тяготения. «Я охотно утверждал бы, — писал он, — что величины изменяются обратно пропорционально квадратам расстояний... В пользу такой зависимости, по-видимому, говорит аналогия с другими явлениями природы».

Пройдет 26 лет, и в 1785 году французский физик и военный инженер Шарль Огюстен Кулон установит основной закон электростатики, подтвердив предвидения Эпинуса. А три года спустя тот же Кулон распространит свой закон и на взаимодействие точечных магнитных полюсов, заложив тем самым основы электро — и магнитостатики.

В уже упоминавшейся выше работе Эпинус использует представление о «сгущении» электрической жидкости, приближаясь тем самым к понятию электрического потенциала<sup>21</sup>. И даже приходит к понятию электроемкости, предвосхитив тем самым английского физика и химика Генри Кавендиша, строго сформулировавшего это понятие 10-12 лет спустя.

В работе Эпинуса есть и другие интересные предвидения, реализованные позже учеными.

Франц Ульрих Теодор Эпинус, физик, член Петербургской Академии наук с 1756 года, родился в 1724 году в городе Росток в семье пастора. В том же городе поступил в университет, откуда уходил в Иену, по обычаю буршей, меняющих университеты. Однако, в конце концов, снова вернулся в Росток, где и получил степень доктора медицины.

После окончания учебы Эпинус некоторое время работал приват-доцентом в том же университете, преподавал астрономию и физику. Но вскоре переехал в Берлин, где получил должность профессора астрономии при Академии наук. Одновременно он выполнял обязанности астронома при обсерватории.

В Берлине Эпинус познакомился с молодым, только что окончившим Ростокский университет Иоганном Карлом Вильке.

В то время многие физики были увлечены загадкой удивительных кристаллов, привезенных голландскими купцами в начале столетия с острова Цейлон. Назвали этот камень турмалином, или турмалем. Он бывал разного цвета, и его прозрачные кристаллы ценились наравне с индийскими рубинами и другими драгоценными камнями. Но физиков привлекало то обстоятельство, что стоило нагреть турмалин на огне, как он тут же начинал притягивать к себе и отталкивать частички золы. Его даже прозвали за это «зольным камнем».

Знахари и «специалисты» черной и белой магии платили за кристаллы турмалина бешеные деньги. Надетый на шею или на палец при восходе солнца турмалин обещал своему владельцу счастье на целый день. Особенно хорошо помогал он в осенние дни. Впрочем, по данным современных ювелирных фирм, турмалин может принести счастье своему владельцу и в феврале, и в мае, и в августе...

<sup>20</sup> См.: Дорфман Я.Г., Всемирная история физики, т.1. М.1974, с.291

<sup>21</sup> См.: Дорфман Я.Г. Всемирная история физики, с. 291

В 1717 году удивительные свойства турмалина рассматривались на заседании Парижской Академии. Поскольку его притягивающая сила была признана магнитной, то минерал получил название «цейлонского магнита».

Молодой шведский врач Каролус Линнеус, в будущем знаменитый естествоиспытатель и почетный член многих академий Карл Линней, одним из первых стал сомневаться в магнитной природе силы турмалина. Линнеус читал лекции по минералогии и пробирному искусству, занимался медицинской практикой и еще находил время для обдумывания и подготовки своей «Системы природы».

Линней предположил, что сила притяжения турмалина при его нагревании имеет электрическую природу. И хотя у ученого не было доказательств, он назвал минерал «Lapis electnctis».

После серии опытов Эпинусу и Вильке удалось доказать, что при неравномерном нагревании турмалина на его противоположных сторонах возникают электрические заряды. По сути дела было открыто новое природное явление — еще одно проявление электрических сил, показывающее их связь с теплотой. Результаты опытов Эпинус опубликовал в мемуарах Берлинской Академии. Они обратили на себя внимание ученого мира. И в том же году молодой профессор получил не только лестное, но и выгодное приглашение — переехать в Россию, занять должность профессора физики Петербургской Академии наук.

На новом месте Эпинус проявляет завидную энергию и работоспособность. Он пишет популярные статьи, которые помещаются в академических изданиях. Пишет и ту замечательную работу, с которой мы начали зна комство с ним, — «Опыт математической теории электричества и магнетизма».

Во введении автор рассказывает, как открытый им пирозлектрический эффект в турмалине натолкнул его на мысль о глубоком сходстве электрических и магнитных явлений. Ведь до этого только магнит имел всегда два полюса, а теперь и нагретый турмалин оказался обладателем дипольного эффекта. Вот только почему? В чем причина обнаруженного явления? Однако Эпинус отказывается даже от обсуждения сил притяжения и отталкивания. При этом он ссылается на Ньютона, который также не занимался, по его мнению, выяснением причин всемирного притяжения. Правда, при этом автор трактата, чтобы избежать обвинений в эпигонстве, подчеркивает: «Я отнюдь не считаю их, как поступают некоторые неосторожные последователи великого Ньютона, силами внутренне присущими телам, и я не одобряю учения, которое постулирует действие на расстоянии. Действительно, я считаю несомненной аксиомой предположение, по которому тело не может производить никакого действия там, где его нет». Значит, силы притяжения и отталкивания, действующие на расстоянии, в его работе — лишь условное допущение. По мысли Эпинуса — это универсальное свойство электрических зарядов, точно также, как всемирное притяжение — универсальное свойство масс в механике Ньютона. А за субстанцию, обладающую свойствами электрического притяжения и отталкивания, Эпинус принимает некую единую электрическую жидкость, предложенную Франклином в своей теории.

Частицы электрической жидкости отталкиваются друг от друга, но притягиваются обычной материей. Они свободно проникают через поры одних тел и с трудом преодолевают другие. Первые, как мы можем легко понять, являются проводниками электричества, вторые — изоляторами. И все электрические явления, известные современной науке, Эпинус делит на два рода. К одному относит все, что связано с переходом электрической жидкости от одного тела к другому. Примером могут являться искры, возникающие при электризации тел. К другому — притяжение и отталкивание.

По аналогии с гипотезами, высказанными в теории электричества, Эпинус строит и теорию магнетизма. Он предполагает существование магнитной жидкости, частицы которой взаимно отталкиваются. Точно также делятся и тела: одни проявляют индифферентность, безразличие, к частицам магнитной жидкости (они являются аналогами диэлектриков), другие притягивают ее частицы (они являются проводниками).

Правда, закон Ньютона утверждал, что все тела природы связаны друг с другом силами притяжения, а если принять теорию единой электрической жидкости, то она приводила к тому, что материальные частицы должны отталкиваться друг от друга. Это обстоятельство немало смущало Эпинуса и его соратников. Позже ученый выдвинул предположение, что закон Ньютона применим к телам, содержащим естественное количество электрической жидкости. Это позволило обойти затруднения в формальном смысле, но убедительности теории не прибавило. И потому многие выдающиеся физики отказались принять франклиновскую унитарную теорию. Высоко оценивая труды Эпинуса за то, что в них дана приближенная математическая теория взаимодействия электрических и магнитных тел, исследователи все же вернулись к идее электрических жидкостей. Интересно, что и для этого случая вычисления Эпинуса оставались справедливыми.

До появления работы Эпинуса физики были уверены, что взаимодействие электризованных тел с незлектризованными вполне возможно. Эпинус же утверждал, что лишь после того, как заряд одного тела вызовет появление заряда на другом, они приходят во взаимодействие. Это было, совершенно новым представлением, которое впоследствии пришлось весьма кстати, когда были открыты явления электрической и магнитной индукции и поляризации тел.

Интересно и утверждение петербургского профессора о том, что электрическая материя существует только в телах и отсутствует в пространстве, где действуют электрические силы. Здесь Эпинус довольно близко подходит к понятию электрического и магнитного поля, которое возникло и получило развитие в физике следующего столетия.

Работы Эпинуса сразу же стали широко известны и оказали большое влияние на взгляды физиков того времени, на развитие науки об электричестве. На его труды ссылались Кэвендиш и Кулон, о его теории писали Гауи и французские академики Лаплас, Кузен и Ле-жандр, а также Вольта и Фарадей...

Условия работы в академии были трудные. Одряхлевшего Шумахера заменил, по меткому выражению Ломоносова, «зять его, и имения, и дел, и чуть не Академии наследник» Тауберт — серая посредственность с угодливым характером. Этот академический советник держал себя всегда благопристойно и с достоинством, обладал в высшей степени умением вкрадываться в милость к знатым и пользоваться их расположением. Вместе с тем это был мелкий честолюбец и великим интриган... Другими членами канцелярии были назначены академики Ломоносов и Штелин. Ломоносов и Тауберт уже много лет питали друг к другу враждебные чувства. Понятно, что такое назначение не могло служить дальнейшему успеху работы канцелярии, да и всей Академии в целом.

К сожалению, Эпинус недолго занимался чисто научной деятельностью. Обласканный Таубертом, он полностью перешел на его сторону, стал в оппозицию Ломоносову и другим ученым, занявшись интригами и «искательством».

К 1758 году относится и его первый конфликт с Ломоносовым по поводу изобретенной тем «ночезрительной трубы». Вот как пишет о том сам Михаил Васильевич: «Подал советник Ломоносов в профессорское собрание проект о делании трубы, коею бы яснее видеть можно было в сумерках, и представил давно сделанный тому опыт. Физики профессор, что ныне коллежский советник, Эпинус делал на то объекции, почитая сие невозможным делом. Ломоносов немного после того спустя получил от камергера Шувалова присланную трубу того же сродства, и он представлял в доказательство своей справедливости. Однако профессор Эпинус не токмо слушать не хотел, но и против Ломоносова употреблял грубые слова и вдруг вместо дружбы прежней стал оказывать неприятельские поступки. Все ясно уразумели, что то есть Тауберт промышляет по шумахеровскому примеру, который ученые между профессорами споры, кои бы могли дружелюбно кончиться, употреблял в свою пользу, портя их дружбу. Все ясно оказалось тем, что Эпинус не токмо с Ломоносовым, но и с другими профессорами, ему приятелями, перестал дружить, вступил в Таубертovu компанию и, вместо прежнего прилежания,

отдался в гуляние...»

В 1765 году Эпинус по желанию вступившей на престол Екатерины II принял на себя заботу о воспитании великого князя Павла Петровича. И с тех пор уже занимался только административной и государственной деятельностью.

Участвуя в придворных интригах, Эпинус забросил свои академические занятия, хотя и продолжал занимать должность. Как и большинство иностранцев, работавших в России, заботился главным образом о собственном благополучии. И это ему вполне удалось. Лишь в 1798 году в возрасте 74 лет он покинул русскую службу и перебрался в Дерпт (ныне Тарту), где через четыре года и умер.

Трибоэлектричество и постоянные магниты. XX век

В наши дни электростатические машины типа той, что демонстрировал почтенный куратор опытов Лондонского королевского общества мистер Фрэнсис Гауксби-старший, кажутся чем-то родственным деревянной сохе или каменному топору, хотя и сохранились еще в физических кабинетах некоторых школ. Здесь они позволяют получать электрические заряды, накапливать их на добрых старых лейденских банках и проводить опыты. Но не только на радость ребятишкам служит «чистое» электричество, получаемое при помощи трени.

В начале XX века перед физиками встал вопрос: как получать интенсивные пучки атомных частиц, обладающих большой скоростью, для бомбардировки атомного ядра? Для этого следовало прежде всего научиться создавать сильное электрическое поле. Тогда заряженные частицы, испускаемые каким-нибудь источником, попав в такое поле, начинают ускоренно двигаться по его направлению. Чем больше разность потенциалов в начале и в конце пути частиц, тем большую скорость, а следовательно, и энергию они приобретут.

Во всех физических лабораториях мира началось соревнование за получение сверхвысоких напряжений. Для любителей точных цифр могу сказать, что обычная динамо-машина дает напряжение примерно до тысячи вольт. Приняв меры, можно повысить его до 20 тысяч вольт. Индукционные катушки позволяют поднять напряжение до 100 тысяч вольт при небольшой мощности. Наконец, импульсные генераторы, держащие батареи конденсаторов, которые заряжаются постоянным током, дают возможность приблизиться к миллиону вольт.

В 1929 году американский физик Роберт Ван-де-Грааф из Принстонского университета предложил сначала принцип, а потом и новую конструкцию высоковольтного электрического генератора. Бесконечная движущаяся лента переносила заряд от источника внутрь большого полого металлического шара — кондуктора, установленного на изолированной колонне. Генераторы Ван-де-Граафа способны были накапливать до 5 миллионов вольт, при этом они оказались просты по устройству и обеспечивали высокое постоянство полученного напряжения.

Прошло более полувека, но и сегодня электростатические генераторы участвуют в экспериментах. Правда, самостоятельно — редко, чаще в сочетании с синхротронами они разгоняют частицы до энергий в миллиарды электрон-вольт!

В энергетике будущего, скорее всего, значительная доля электроэнергии будет вырабатываться безмашинным способом, например на магнитогидродинамических установках. Главная часть в них — магнитная система. Правда, участвуют в этом не постоянные магниты, о которых шла речь в этой главе, а потому отложим разговор о МГД-генераторах.

Первые естественные магниты вытачивали из кусков магнитного железняка. Уже в средние века кузнецы заметили, что если ковать железо, расположив его на наковальне по направлению строго с севера на юг, то после обработки оно оказывается намагниченным. Позже стали изготавливать искусственные магниты из мягкого железа, натирая его магнитным железняком. Кованую полосу железа натирали, начиная от середины к концам. Один конец — северным полюсом магнита, другой — южным. Примерно тогда же обнаружили, что если ту же железную полосу натирать одним магнитным полюсом, то после намагничивания оба конца железной полосы будут иметь одноименные полюса, но

в середине ее окажется полюс противоположный.

Люди заметили, что не все сорта стали одинаково хорошо подвержены намагничиванию. Еще в конце прошлого столетия выяснилось, что даже ничтожная добавка вольфрама и кобальта в несколько раз улучшает магнитные свойства искусственных магнитов. А к середине нашего столетия металлурги получили сплав «альнико», в который входили алюминий, никель и кобальт с другими добавками. Магниты из «альнико» поднимали вес, в 500 раз превышающий их собственную массу. В нашей стране разработан сплав «магнико». Созданные на основе этого магниты, полученные методом спекания порошка «магнико», могут поднимать груз в 5000 раз больше собственного веса. А так называемые оксиднобариевые магниты — еще сильнее,

Магниты и магнитные материалы очень широко применяются в современной науке и технике. Они работают в насосах, перекачивающих жидкие металлы, в бесчисленном количестве приборов. Читатели хорошо знакомы с магнитными головками магнитофонов, с запоминающими устройствами в вычислительной технике, в небольших двигателях и генераторах, в электросчетчиках, микрофонах, в головках звукоснимателей и в акустических системах, наконец, в обыкновенных электрогитарах...

Но почему же все-таки магнит притягивает? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно электричество связать с магнитным полем и перейти от них, существующих порознь, к электромагнетизму.

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ

*Знать — значит уметь*

### Глава 1

#### Электрическая эра в науке и начало электромагнетизма

Примерно с середины XVIII столетия пришло в опытную физику новое увлечение. Сначала в лабораториях ученых, а потом и в модных салонах, в ярмарочных балаганах демонстрировались голубые искры, получаемые с помощью электрических машин, экспериментаторы опускали в подкисленную воду пластинки из разных металлов и получали электрическую силу. Ее накапливали в лейденских банках. И с помощью электрической искры намагничивали и перемагничивали железо.

О своих наблюдениях 1749 года Франклин писал, что молния и электричество способны разрушить магнетизм или даже изменить полярность магнита. И в этих выводах американский ученый не был одиноким.

Французский ботаник д'Алибар в мае 1752 года установил в окрестностях Парижа железный шест высотой примерно в 40 футов (около 13 метров) и изолировал его снизу. Получилась ловушка для атмосферного электричества. Столяр, которого д'Алибар нанял сторожить свою установку, в первую же грозу, услышав удар грома, отправился к шесту. На глазах — прибежавшего священника он извлек из шеста в принесенную лейденскую банку целый рой ярких искр.

Приехавший после грозы д'Алибар с удивлением обнаружил, что его железный шест намагничен...

Жарким грозным днем в июне 1731 года, молния ударила в дом английского купца в городе Уэкфилде. Услышав грохот, испуганный торговец вбежал в комнату и обнаружил, что небесный огонь разбил ящик, в котором лежали стальные ножи и вилки, и разбросал их по полу. Кинувшись подбирать имущество, купец с удивлением обнаружил, что все приборы оказались намагниченными.

Компасные мастера не раз замечали, что у кораблей, пришедших из дальних

плаваний и побывавших в жестоких грозных бурях, компасные стрелки оказывались перемагниченными. Северный конец указывал на юг, а южный — на север. Это случалось на судах, мачты которых не раз принимали на себя удары молний.

7 сентября 1753 года в здании Санкт-Петербургской Академии господин профессор Франц Ульрих Теодор Эпинус прочел перед собравшимися коллегами на академической конференции трактат «О сходстве электрической силы с магнитной». Он полагал, что электрический разряд, проходящий через железный или стальной стержень, приводит к изменению его магнитного состояния потому, что вызывает в нем механическое сотрясение, облегчающее перемещение магнитной жидкости.

Дальше оставалось только подтвердить на опытах связь электричества с магнетизмом. И вот это «только» никак не удавалось никому из физиков, потому что прежде всего следовало освободиться от необходимости зависеть от молнии, от кратковременных разрядов лейденских банок и получить какой-то устойчивый источник «электрической силы». Необходимость в нем ощущалась настолько остро, что он так или иначе должен был непременно появиться. И тут нам с вами, дорогой читатель, придется несколько отвлечься, чтобы познакомиться с новыми героями нашей истории, их великим спором и еще более великими открытиями...

Давайте совершим мысленное путешествие в Италию.

— Болонья, сеньоры, Болонья!!! — Проводник изо всех сил стучит в стеклянную дверь купе. — О мамма мия! Сколько можно спать?! Ведь мы приехали в Болонью! Болонья, сеньоры, Болонья!

Он явно преувеличивает, упрекая нас в сонливости. В итальянских поездах уснуть не так-то просто. Особенно в вагонах второго класса... Но нам действительно пора собираться. За окном бегут устрашающие своей неэстетичностью корпуса. Может быть, это заводы сельскохозяйственных машин или мотоциклов. А может быть, предприятия, на которых изготавливается электротехническое оборудование.

Сегодня Болонья — полумиллионный город. Важный экономический центр, узел железных дорог и муниципальных противоречий. Здесь после второй мировой войны преобладающим влиянием пользуются левые партии. Сегодня... Впрочем, стоп! Побывать в современной Болонье — дело, конечно, интересное. Но наш путь в Болонью вчерашнюю и даже позавчерашнюю. Точнее — более чем на двести лет назад, в 1780 год, когда Италия представляла собой малопривлекательную картину. Страна политически раздроблена. По-прежнему зависит от Австрии. Правда, разруха вроде бы стала поменьше, чем сразу после Семилетней войны. В некоторых землях проводятся реформы, ограничивающие феодальное всевластие. К сожалению, это не относится к Болонье. Вот уже 174 года город входит в состав Папского государства и находится под двойным гнетом.

Итак, 1780 год! Исчезли из поля зрения высотные дома, вокзалы и заводские корпуса. Очистился воздух от автомобильных выхлопов, от мотоциклетной трескотни. Кирпичная стена, окружающая город, с двенадцатью воротами-выходами приобрела монументальность.

Мы идем по узким и кривым улочкам вдоль бесчисленных и, увы, обветшавших палаццо XIII и XIV веков — времени расцвета города. Многочисленные портики и аркады, зубчатые стены и башенки, выкрашенные в серый и розовый цвета, придают окружающему определенный колорит. Улицы ведут к центральной площади, но наша цель — знаменитый Болонский университет. За время своего существования, с XI века, он не раз менял местонахождение, так что лучше спросить. Благо в студентах на улицах недостатка нет.

Вон этот дом! Давайте поднимемся на второй этаж, где в лаборатории практической анатомии сеньор профессор Гальвани готовит материал к завтрашним занятиям.

О, да здесь не только препараторская! На столе, на сотором Гальвани препарирует лягушек, стоят электрическа машина и ряд лейденских банок. Тресчат искры. Студент крутит ручку, а под ножом препаратора в сумасшедшем танце дергаются отрезанные лапки болотных квакух... Но дадим слово самому сеньору профессору. В первой части

своего трактата «О силах электричества при мышечном движении» он пишет; «Я разрезал и препарировал лягушку и, имея в виду совершенно другое, поместил ее на столе, на котором находилась электрическая машина при полном разобщении от кондуктора последней и довольно большом расстоянии от него. Когда один из моих помощников острием случайно очень легко коснулся внутренних бедренных нервов этой лягушки, то немедленно все мышцы конечностей стали так сокращаться, что казались впавшими в сильнейшие тонические судороги. Другой помощник заметил, что это удается тогда, когда из кондуктора машины извлекается искра. Удивленный новым явлением, он тотчас же обратил на него мое внимание, хотя я замыслил совсем другое и был поглощен своими мыслями»<sup>22</sup>.

Обнаруженное явление было настолько впечатляющим, что Гальвани решил во что бы то ни стало исследовать его и «пролить свет на то, что было под этим скрыто». Он был убежден, что все дело здесь в электрических искрах. Но если слабая искра электрической машины заставляет лягушачью лапку дергаться, то что должно произойти во время грозы, при блеске молнии?

Послушные ассистенты сеньора профессора тут же отправились к соседнему пруду, откуда черпался материал для экспериментов. Ко времени грозы на железной ограде балкона лаборатории висела впечатляющая гирлянда лягушачьих лапок, нанизанных на медные проволочки. Долгое, томительное ожидание. Наконец подул ветер. Забарабанил дождь, и блеснула первая молния. Отрезанные лапки исправно дергались, правда не сильнее, чем в лаборатории, и вовсе не в такт с грозными разрядами небесного электричества. Тем не менее эксперимент вполне удовлетворил Гальвани. В своем трактате он писал:

"После успешных опытов во время грозы я пожелал обнаружить действие атмосферного электричества в ясную погоду. Поводом для этого послужило наблюдение, сделанное над заготовленными лапками лягушки, которые, зацепленные за спинной нерв медным крючком, были повешены на железную решетку забора моего сада: лапки содрогались не только во время грозы, но и когда небо было совершенно ясно. Подозревая, что эти явления происходят вследствие изменения атмосферы в течение дня, я предпринял опыт.

В различные часы в продолжение ряда дней я наблюдал нарочно повешенную на заборе лапку, но не обнаружил каких-либо движений в ее мускулах. Наконец, утомленный тщетным ожиданием, я прижал медный крюк, который был продет в спинной мозг, к железной решетке, желая посмотреть, не возникнут ли благодаря этому приему мышечные движения и не обнаружат ли они в чем-нибудь отличия и изменения, смотря по различному состоянию атмосферы и электричества".

Лапка задергалась. Но ее сокращение никак не удавалось соотнести с «переменами в электрическом состоянии атмосферы». Гальвани перенес опыты в помещение. Он укладывал лягушачьи лапки на подставки из разных металлов. В одних случаях сокращения были сильнее, в других слабее. Он пробовал экспериментировать с деревянной дощечкой в качестве подложки, со стеклом, смолой... Эффект не наблюдался.

Казалось бы, все подталкивало Гальвани к тому, чтобы изучить роль разнородных металлов в обнаруженном явлении. Но он по этому, пути не пошел. Анатом и физиолог, он решил, что лягушачьи лапки сами являются не чем иным, как источником электричества, неким подобием лейденской банки, а металлы... Металлы, в его понимании, были просто проводниками открытого им нового «животного электричества».

Странно звучит на современный слух выражение «животное электричество». Но именно к нему вела принятая логика исследований Гальвани. вспомните хотя бы о том, что почти никаких измерительных приборов у экспериментаторов не было. Собственные пальцы — вот первый и наиглавнейший прибор.

<sup>22</sup> Цит. по кн.: Радовский М.И. Гальвани и Вольта. М. — Л., 1941, с. 12

Не раз, наблюдая за собственными ощущениями от разрядов лейденской банки, ученые и просто любители курьезов сравнивали эффект с результатами прикосновения к различным электрическим рыбам, известным с глубокой древности. И при этом отмечали полную аналогию ощущений.

В 1776 году английский физик Генри Кавендиш из кожи и нескольких лейденских банок соорудил удивительную модель, напоминающую по своему действию электрического ската. Вот тогда-то и возникло предположение о существовании некоего «животного электричества». Точно так же, как когда-то различали электричество на «смоляное» и «стеклянное».

Многие пытались в тиши лабораторий открыть его, перевести предположение в разряд доказанного. Но тщетно... Так продолжалось до тех пор, пока Гальвани (не обнаружил загадочного подергивания лягушачьих лапок во время проскакивания искры от стоящей поблизости электрической машины или при блеске молнии. Ну как тут не соблазниться и не связать одно с другим?

Гальвани пишет о своем открытии: «Это было несколько неожиданно и заставило меня предположить, что электричество... находится внутри животного»<sup>23</sup>.

В 1791 году вышел его трактат, который вызвал бурю страстей. Опыты Гальвани повторяли во всех странах. Тысячами гибли лягушки во славу новой науки. Писатель Владимир Карцев приводит в своей книге выдержку из одной технической энциклопедии: «В течение целых тысячелетий хладнокровное племя лягушек беззаботно совершало свой жизненный путь, как его наметила природа, зная только одного врага, господина аиста, да еще, пожалуй, терпя урон от гурманов, которые требовали для себя жертвы в виде пары лягушачьих лапок... Но в исходе позапрошлого столетия наступил злосчастный век для лягушек. Злой рок воцарился над ними, и вряд ли когда-либо лягушки от него освободятся. Затравлены, схвачены, замучены, скальпированы, убиты, обезглавлены — но и со смертью не пришел конец их бедствиям. Лягушка стала физическим прибором, отдала себя в распоряжение науке. Срезают ей голову, сдерут кожу, расправят мускулы и проткнут спину проволокой, а она все еще не смеет уйти к месту вечного упокоения: повинувшись приказаниям физиков или физиологов, нервы ее придут в раздражение, и мускулы будут сокращаться, пока не высохнет последняя капля „живой воды“, И все это лежит на совести у Алоизо Луиджи Гальвани».

Со временем от лягушачьих лапок экспериментаторы перешли к конечностям кроликов и овец, пробовали действие электричества на ампутированной человеческой ноге. Английский врач из Глазго приложил электроды от батареи лейденских банок к трупу повешенного и воспроизвел у него дыхательное движение грудной клетки. А когда покойник под действием электрического разряда открыл глаза и стал гримасничать, многие из присутствовавших лишились сознания от ужаса,

«Гальвани — воскреситель мертвых!» — кричали заголовки газет. Казалось, осталось совсем немного до исполнения вековой мечты человечества. Для этого надо было только тщательно изучить «животное электричество Гальвани», найти его источник в теле и научиться заряжать этот источник, когда он иссякает со смертью...

И вдруг! В 1794 году в физико-медицинском журнале, который издавал в Милане доктор Бруньялетти, появляется статья известного в Италии, да и во всей Европе профессора физики Алессандро Вольта. Он утверждал, что для объяснения опытов Гальвани вовсе не нужно предполагать существование какого-то особенного «животного электричества». Дело вовсе не в несчастной лягушке или отрезанной ноге. Просто Гальвани, сам того не подозревая, привел во взаимодействие два разных металла. Это они породили электрическую силу, а лягушка послужила влажным проводником. «Я давно убедился, — писал Вольта в письме профессору Вассали, — что все действие возникает первоначально вследствие прикосновения металлов к какому-нибудь влажному телу или к самой воде. В силу такого соприкосновения электрический флюид гонится в это

<sup>23</sup> Цит. по кн.: Карцев В. Приключения великих уравнений. М., 1970, с. 97-98

влажное тело или в воду от самих металлов, от одного больше, от другого меньше (больше всего от цинка, меньше всего от серебра). При установлении непрерывного сообщения между соответствующими проводниками этот флюид совершает постоянный круговорот. И вот, если в состав этого проводящего круга или в какую-нибудь его часть входят в качестве соединительного звена бедренные нервы лягушки, рассеченной таким образом, что только по одним этим нервам должен пройти весь или почти весь электрический ток, или если таким звеном является какой-нибудь другой нерв, служивший для движения того или иного члена тела какого-либо другого животного, пока и поскольку такие нервы сохраняют остатки жизнеспособности, то тогда, управляемые такими нервами, мышцы и члены тела начинают сокращаться, как только замыкается цепь проводников и появляется электрический ток; и они сокращаются каждый раз, когда после некоторого перерыва эта цепь снова замыкается»<sup>24</sup>.

В этих строчках изложена фактически идея самого Вольты о новом «металлическом электричестве» как источнике «постоянного кругооборота» электрического флюида, то есть электрического тока, и полностью отрицается гипотеза Гальвани о «животном электричестве».

Естественно, что Гальвани не мог оставить такой выпад без внимания. Он ответил тем, что в присутствии свидетелей поставил новые опыты: препарировал лягушек железным ножом, положив их на железную подставку... Лапки сокращались! «Если это происходит и при одном металле, значит, источник электричества находится в животном!» — утверждали сторонники Гальвани.

— Отнюдь! — возражал Вольта. — Даже единый кусок проволоки нельзя считать абсолютно однородным, в нем могут быть примеси других металлов. Он может быть по-разному по длине закален...

Вместе со своим племянником Альдини Гальвани проделал ряд опытов, во время которых препарировал лягушек стеклянными скальпелями, на стекле. И все-таки при соприкосновении бедренного нерва с мышцами лапка лягушки дергалась. Разве это не достаточное доказательство?

А Вольта тем временем показывал и измерял электричество, которое рождается вообще безучастия животных, из одних лишь разнородных металлов...

Весь мир физиков разделился на два лагеря. Одни поддерживали Гальвани, другие — Вольту. И трудно сказать сегодня, чем бы кончился тот спор, поскольку оба физика по-своему были правы. Сегодня мы знаем, что в мускулах животных действительно возникает электричество. Но так же в результате контакта заряжаются и разнородные металлы. Однако Гальвани из поединка выбыл.

В 1796 году в Северную Италию под предлогом войны с Австрией вторглись французские войска под командованием генерала Наполеона Бонапарта. Французы предполагали разгромить австро-сардинские войска, двинуться на Австрию и захватить Вену. Италия была им нужна как источник продовольствия, денег и как удобный путь на Балканы.

Захватывая территорию, французская администрация перекраивала страну. Солдаты грабили захваченные области, подавляя недовольство народа. Болонья вошла в состав новой Цизальпинской республики. Все профессора университета должны были принести присягу на верность новому правительству. Подавляющее большинство так и сделало. Те же, кто не сумел проявить гибкость, были уволены. Остался без работы и Гальвани. Потеряв за несколько лет до этого жену, брошенный учениками, он остался совсем одиноким, без средств к существованию. В 1798 году он умер от истощения. А как же Вольта? Но о нем речь пойдет дальше. А пока еще один экскурс в сторону от науки.

#### «Животный магнетизм», или «Чудо» Франца Месмера

<sup>24</sup> Цит. по кн.: Радовекский М.И. Гальвани и Вольта, с. 54

Магнетизм вызвал к себе не столь всеобщий интерес, поскольку его проявления не выглядели так эффектно. Но и он привлекал к себе внимание, особенно после того как были открыты его таинственные связи с молнией, намагничивающей железо.

В поисках объяснений многие обращались к старинным трактатам. А в прошлом магнит со всеми его свойствами был неотделим от магии и врачебного искусства. Вспомните невероятные рецепты средневековых эскулапов — Агриппы, Парацельса и даже самого Гильберта...

Были среди приверженцев разговоров о разных «чудесах» и такие, кто хотел любой ценой привлечь к себе внимание общества, быть оригинальным, интересным. Не станем брать в расчет откровенных шарлатанов и мошенников. Как правило, заметьте, большинство последователей и сторонников всякого рода учений не являются глубокими специалистами в избранной области. Они основываются на мнении авторитетов. А это, как пишет советский академик А.Б. Мигдал, штука, с которой нужно обращаться очень осторожно.

В свое время Гильберт тоже отдал немало сил изучению магии. Но он выбрался из ее дебрей на просторы подлинной науки. Однако это вовсе не значит, что такова судьба и всех других «исследователей великих тайн». Многие из них до конца жизни остаются в плену заблуждений, не в силах отказаться от доктрины, принятой за истину и ставшей точкой опоры для формирования собственных взглядов, собственного мировоззрения.

История этих заблуждений не менее интересна и поучительна, чем история науки, и связана с последней самым тесным образом.

Парацельс сравнивал магнит с человеком и называл его полюсы «животом» и «спиной». Но если магнит — «человек», то и человек должен быть магнитом. Дальше оставался только один шаг до признания существования магнетических сил у людей.

В середине XVII века врач шведского короля Карла XI, некто Максвелл, сочинил трактат о «магнетическом флюиде», якобы содержащемся в теле человека и придающем людям возможность влиять с его помощью друг на друга. Это была «первая ласточка» огромного потока «магнетической» литературы, не иссякающего, увы, и по сей день.

В феврале 1778 года в Париж приезжает австрийский врач, известный венский «магнитопат» Франц Антон Месмер. Он богат. В Вене у него остался великолепный дом с садом, превращенный в магнетическую клинику, осталось множество пациентов и почитателей... Почему же он тогда покинул Австрию и зачем после короткой поездки в Швейцарию прибыл в Париж? Осведомленные люди, которых всегда много в любом обществе, особенно среди бездельников, намекали на какую-то таинственную любовную историю со слепой девушкой, которая прозрела в клинике Месмера, но, взятая насильно родителями от своего исцелителя, вновь будто бы потеряла зрение...

Парижане обожают тайны, особенно романтические. И общество встретило врача Месмера с распростертыми объятиями. Ему 44 года. Он высок, внушителен. Говорит не торопясь и обстоятельно. У него глаза стального цвета и твердый волевой подбородок.

Аристократы, которых он пользовал в Австрии, открывают ему доступ в высший свет. Впрочем, это не так уж и сложно. Двухлетнюю дочь австрийского императора Мария Антуанетта, ныне супруга короля Людовика XVI и королева Франции, — без ума от тайных наук.

Это было тревожное для Франции время. Расточительство Людовика XV, знаменитого, кстати, своей фразой: «После нас — хоть потоп», — привело не только казну, но и народ к разорению. И его внук — Людовик XVI, вступивший на трон в 1774 году, получил неважное наследство. Развитие промышленности тормозилось пережитками цеховых отношений. Сельское хозяйство оставалось опутанным густой сетью феодальных повинностей. В стране не было единого таможенного права. Все было зыбким, неопределенным. Немудрено, что часть общества в такой обстановке увлекалась тайными науками и мистицизмом. С одной стороны, многие перестали верить в библейские легенды и в христианских святых, но с другой — люди еще не имели сил подняться к подлинному знанию и потому кинулись в мистику. Имущие заводили

алхимические лаборатории и, затаив дыхание, слушали бредни шарлатанов-розенкрейцеров<sup>25</sup>. Толпы городских низов и представителей третьего сословия неистовствовали на парижских кладбищах, ожидая исцеления от усопших кумиров.

В такой обстановке всеобщей экзальтации Месмер начинает в Париже свои опыты по магнетическому лечению. Его пациенты, как правило, люди, страдавшие нервными расстройствами, истерией. Постепенно Париж наполняется слухами о чудесных исцелениях. Все новые и новые пациенты из высшего общества испытывают на себе действие магнитных накладок Месмера, силу его пристального взгляда и ручных пассов. Результаты лечения поистине похожи на чудо. Больные приходят в возбужденное состояние, которое у некоторых заканчивается — нервным припадком. Месмер называет это кризисом. В конце припадка больные успокаиваются, у них выступает пот, многие засыпают, а проснувшись, заявляют, что чувствуют себя совершенно здоровыми.

По приказу королевы французское правительство предлагает Месмеру 20 тысяч ливров в год пожизненного содержания и еще 10 тысяч на квартирные расходы. Условие одно — подготовить трех учеников, которые подтвердят пользу магнитотерапии. Но Месмеру этого мало. Он сообщает королеве, что останется во Франции в том случае, если ему будут переданы 400 или 500 тысяч ливров. Кроме того, ему нужно признание со стороны официальной науки. Однако казна Людовика XVI пуста, а Французская Академия настроена слишком рационалистически, чтобы признать или хотя бы рассмотреть опыты заезжего магнетизера.

И тогда Месмер уезжает из Парижа. А в оставленном им городе разворачивается яростная борьба сторонников нового, учения за возвращение своего пророка.

В чем же суть метода Месмера?

Случай свел его с фактом, когда от резей в желудке помогало наложение магнитного пояса, изготовленного по форме живота. Впрочем, за каждым счастливым случаем стоит нечто, скрытое от глаз поверхностных наблюдателей.

Занимаясь на медицинском факультете, Месмер немало времени проводил в тиши библиотек, поглощенный заумной латынью в писаниях Парацельса, ван Гельмонта и Роберта Флуда. Да и докторскую степень по медицине он получил за диссертацию «О влиянии планет». В ней он под впечатлением от средневековой астрологии и древних авторов утверждает, что небесные тела воздействуют на человека, что существует некая таинственная сила, которая, «изливаясь через далекие небесные пространства, действует на каждую материю изнутри», что некий изначальный эфир, таинственный флюид «пронизывает всю вселенную, а с нею и человека...»

Студент Месмер называет эту таинственную силу силой всеобщего притяжения. Но магнит — ближайший родственник метеоритов, ведущих свое происхождение от самих звезд. Так выстраивается логическая цепочка будущего учения. Именно магнетизм есть та универсальная притягивающая сила, которой подчиняются звезды и люди. А раз так, то именно магнит должен стать целительным средством.

Эта мысль полностью завладевает Месмером, и на алтарь мирового флюида и магнита он приносит все: состояние, репутацию и, наконец, жизнь. Он продельвает сотни опытов, пользуясь больных специально изготовленными магнитами. Он сам носит на шее магнит, зашитый в кожаный мешочек, и уверяет, что тот усиливает его собственное целительное влияние. Месмер одержим фантастикой, навязчивой идеей о том, что магнитную энергию можно передавать на расстояние, накапливать. Он магнетизирует одежду и постель больного, его посуду из фарфора и зеркала, в которые тот смотрится, воду, деревья, и лечит, лечит, а во многих случаях и вылечивает своих пациентов от их недугов...

Теперь его дом превращается в клинику. Слава о чудесных исцелениях распространяется, как пожар. Месмер уже не успевает лечить всех желающих

---

<sup>25</sup> Розенкрейцеры — члены тайного общества мистиков и алхимиков, входивших в масонское течение

поодиночке. Он начинает принимать группами, но в толпе его лечение действует еще более эффективно. Он нанимает себе помощников. Конструирует знаменитую «кадку здоровья» — деревянный ушат с бутылками, наполненными магнетизированной водой. От железной штанги, выходящей из этого «аппарата», отходят провода, которые больные сами могут прикладывать к пораженным местам. При этом Месмер велит людям держаться за руки, поскольку, проходя через тела людей, магнитный флюид усиливается...

Не меньшую роль играет и бассейн в саду. Вот по его краям тесно расселись пациенты, опустив ноги в воду. Руки их привязаны к деревьям толстыми канатами. А сам Франц Антон тут же играет на стеклянной гармонике. Здесь все намагнетизировано: вода в бассейне, деревья, гармоника и... сам Месмер.

Но самое странное во всем этом спектакле заключалось в том, что Месмер вылечивал истеричных и мнительных пациентов, исцелял от нервного паралича, возвращал зрение ослепшим от нервного потрясения. Он вылечивал недуги, с которыми не в силах была, казалось, бороться школьная, официальная медицина.

Год практики приводит Франца Антона Месмера к удивительному выводу. Чаще всего ему удается лечение без всяких магнитов... Но это значит, что чудесная энергия скрыта не в мертвом веществе, а в живом человеке — в нем, Франце Антоне Месмере!

Теперь в его сознании начинают пробиваться ростки будущего «учения», которое получит название «месмеризм». Войдет оно и в другие столь же «научные» теории. В каждом человеке заложена природой воля к здоровью, к жизни. Каждый человек прежде всего сам по себе врач. Задача магнитопата укрепить эту волю к здоровью, внести уверенность в человека, убедить в том, что он справится с недугом. Причем, поднимая жизненную силу человека, врач должен быть готов к тому, что признаки болезни станут резче, обострятся до крайности, до судорог, до кризиса, после чего начнется выздоровление...

Те, кто знаком с историей медицины, сразу же скажут, что подобная практика кризисов широко использовалась еще в средние века при изгнании бесов из одержимых. Сейчас мы понимаем, что лечение Месмера заключается в практике гипноза и внушения. Но в XVIII веке гипноз еще не был широко известен. Его откроют позже, позже дадут это название и сразу же размежут с «месмеризмом», хотя по сути дела разницы между ними никакой не было. Но это все позже... Пока же бешеный успех магнетических сеансов ежедневно и ежечасно привлекает к дому чудесного исцелителя толпы желающих приобщиться к тайне нового учения.

Вполне понятно, что с ростом популярности Месмера отношение коллег к нему в корне меняется. Он мог иметь свое мнение о музыке, вообще об искусстве, но — медицина! Тем более — он лечит без всяких лекарств, Что делать почтенным аптекарям, если и другие врачи последуют его примеру? Дальше глухой шепоток затихает: «шарлатаном» его еще не называют. Все-таки — три диплома! Двести лет назад это обстоятельство действовало с не меньшей силой, чем в наши дни.

Тут-то и подоспела пресловутая история с девицей Парадиз, личностью весьма заметной в венском обществе. Ослепнув еще в раннем детстве, она стала широко известна как исполнительница музыки на клавесине. Сама императрица приняла участие в судьбе девушки. Ее родителям была назначена приличная пенсия, а талантливый ребенок получил хорошее воспитание. Считалось, что у Марии Терезии Парадиз поражен зрительный нерв. Следовательно, она неизлечима. Однако некоторые признаки говорили и о том, что здесь не все благополучно с нервами.

Ее приводят к Месмеру, который находит у нее общее нервное расстройство, берет к себе в дом, подвергает лечению и... В показаниях Месмера и в отчете отца девушки говорится о возвращении зрения. Приводятся любопытные подробности прозрения и удивления человека, бывшего столько лет слепым. Но рядом лежат и заключения почтенных профессоров, утверждающих, что никакого улучшения в состоянии пациентки не наступило, а все, о чем говорят Месмер и другие заинтересованные лица, не что иное, как обман или «воображение».

После этого случая Месмер вынужден был покинуть Вену.

Возвращение в Париж принесло славу Месмеру и породило настоящую месмероманию — род массового помешательства, пристрастия, неудержимого влечения. Скучающие аристократы сделали его клинику весьма модной. Вот как описывает обстановку магнетического сеанса Стефан Цвейг в большом очерке, посвященном Францу Месмеру и написанном в нашем столетии:

"Уже само помещение своей необычной обстановкой действует на посетителей тревожно и возбуждающе. Окна затемнены занавесями, чтобы создать мягкий полумрак, тяжелые ковры на полу и по стенам приглушают всякий звук, зеркала отражают со всех сторон золотистые тона света, странные символические знаки звезд возбуждают любопытство, не удовлетворяя его. Неопределенность всегда делает чувство ожидания более острым, таинственность усиливает напряжение, молчание и замалчивание способствуют мистическим настроениям; поэтому в волшебном приемном покое Месмера все чувства — зрение, слух и осязание — напрягаются и подстегиваются самым утонченным способом. Посредине большого зала стоит широкий, как колодец, «ушат здоровья». В глубоком молчании, словно в церкви, сидят вокруг этого магнетического алтаря затаившие дыхание больные, никто не смеет пошевелиться или проронить слово, чтобы не нарушить царящего в зале напряжения. Время от времени собравшиеся вокруг «ушата» образуют, по данному знаку, знаменитую (впоследствии заимствованную спиритами) магнетическую цепь. Каждый касается кончиков пальцев своего соседа, чтобы мнимый ток, усиливаясь при прохождении от тела к телу, пронизал весь благоговейно замерший ряд. Среди этого глубокого, нарушаемого лишь легкими вздохами молчания из соседней комнаты доносятся аккорды невидимого клавирина или тихое хоровое пение; иногда даже сам Месмер играет на своей стеклянной гармонике, чтобы нежным ритмом умерить работу воображения или повысить его, если нужно, ускоряя ритм. Так в продолжение часа организм заряжается магнетической силой (или, как сказали бы мы в наши дни, гипнотическая напряженность подготавливается благодаря тому, что нервная система раздражается однообразием и ожиданием). Потом появляется наконец сам Месмер.

Серьезный и спокойный, он входит медленно, с величавыми жестами, излучая покой среди общего беспокойства; и едва лишь, он приближается к больным, как легкий трепет, словно от налетевшего издали ветерка, пробегает по цепи. На нем длинная шелковая мантия фиолетового цвета, вызывающая мысль о Зороастре или об одежде индийских магов; сурово и сосредоточенно, наподобие укротителя, который с легким хлыстом в руке лишь силою воли удерживает зверя от прыжка, шагает он со своим железным жезлом от одного больного к другому. Перед некоторыми он останавливается, тихо спрашивает о их состоянии, потом особым образом проводит своей магнетической палочкой по одной стороне тела книзу и по противоположной кверху, в то же время властно и настойчиво приковывая к себе полный ожидания взгляд больного. Других он вовсе не касается жезлом, лишь с важным видом проводит им по воздуху, словно очерчивая невидимый нимб над головой или над местом, где сосредоточена боль, и при этом не отрывает взгляда от пациента, сосредоточив на нем все свое внимание и этим приковав его внимание к себе. Во время этой процедуры другие благоговейно удерживают дыхание, и некоторое время в просторном, приглушенном коврами помещении не слышно ничего, кроме его медленных шагов и порою облегченного или подавленного вздоха. Но обыкновенно это длится недолго, и один из больных начинает от прикосновения Месмера дрожать, конвульсивная судорога проходит по его членам, его бросает в пот, он кричит, вздыхает или стонет. И едва у одного обнаруживаются видимые признаки будоражащей нервы силы, как другие участники цепи тоже начинают чувствовать знаменитый, несущий исцеление кризис. Словно электрическая искра, пробегает по замкнутому ряду волна подергиваний, возникает массовый психоз; второй, третий пациент впадает в судороги, и в мгновение ока шабаш ведьм достигает вершины. Одни, закатив глаза, корчатся на полу, другие начинают пронзительно смеяться, кричать, стонать и плакать, некоторые, охваченные судорогами, носятся в дьявольской пляске, некоторые — все это можно видеть

запечатленным на гравюрах той поры — как бы впадают под влиянием жезла или упорного взгляда Месмера в обморочное состояние или гипнотический сон. С тихой, застывшей на губах улыбкой лежат они безучастно, в каталептическом оцепенении, и в это время музыка по соседству продолжает играть, чтобы состояние напряженности все усиливалось и усиливалось, ибо, по знаменитой «теории кризисов» Месмера, всякая нервно обусловленная болезнь должна быть доведена до высшей точки своего развития, должна как бы выйти наружу, чтобы потом тело могло исцелиться. Тех, кто слишком сильно охвачен кризисом, кто кричит, буйствует и корчится в судорогах, служители и помощники Месмера быстро уносят в соседнюю, плотно обитую, наглухо изолированную комнату... чтобы они там успокоились (что, разумеется, дало глумливым статейкам повод утверждать, будто нервные дамы получают там успокоение путем в высшей степени физиологическим), Поразительнейшие сцены ежедневно разыгрываются в волшебном кабинете Месмера: больные вскакивают, вырываются из цепи, заявляют, что они здоровы, другие бросаются на колени и целуют руки спасителю, некоторые умоляют усилить ток и еще раз их коснуться. Понемногу вера в магию его личности, в его личные чары становится для его пациентов формой религиозного помешательства, а сам он — святым и исцелителем несчетного числа людей; Как только Месмер показывается на улице, одержимые недугом бросаются к нему, чтобы только дотронуться до его одежды... И в один прекрасный день Париж может созерцать глупейшую картину; по самой середине улицы Бонди сотня человек, веревками привязанных к намагнетизированному Месмером дереву, ждет «кризиса». Никогда ни один врач не знал такого стремительного и шумного успеха, как Месмер; пять лет подряд парижское общество только и говорит, что о его магически-магнетическом лечении.

...День ото дня сумасшествие нарастает, и чем больше профанов начинают развлекаться новой салонной игрой, тем фантастичнее и нелепее становятся крайности. В присутствии принца Прусского, а также всех членов магистрата в полном служебном облачении подвергают в Шарантоне магнетизации старую лошадь. В замках и парках возникают магнетические роши и гроты, в городах — тайные кружки и ложи, дело доходит до открытых схваток рукопашную между приверженцами и противниками системы, даже до дуэлей; короче говоря, вызванная Месмером сила выходит за пределы своей собственной сферы, медицины, и затопляет всю Францию опасным и заразительным флюидом снобизма и истерии — месмероманией".

В течение всего лишь нескольких месяцев 1784 года Месмера посетило более 8000 пациентов. Бывали у чудотворца и неудачи. Кто-то не выдержал «кризиса» и умер во время истерического припадка, кого-то хватил настоящий паралич. Но неудачи не запоминаются.

Наконец толстяк Людовик XVI, инстинктивно ненавидящий любые беспорядки и волнения, высказал пожелание, чтобы в бесконечную распрю по-поводу «животного магнетизма» внесли ясность ученые. В марте 1784 года ста подписывает указ о назначении двух комиссий — одну из членов Академии, в составе которой были Франклин, Лавуазье, Жюсье, другую — из представителей Общества врачей, куда вошел небезызвестный доктор Гийотен — изобретатель машины, «излечивающей» все земные болезни в мгновение ока.

Внимательно обследовав приборы, которыми пользовался магнетизер, члены комиссии убедились, что магнетические палочки и пластины, которыми Месмер и его помощники лечили больных, не содержали в себе ни электричества, ни магнетизма. Не почувствовали они никакого влияния рук магнетизера. Массовость же припадков объяснялась подражанием. Стоило в толпе, пришедшей в возбуждение при появлении Месмера, начаться одной истерике, как она тут же перекидывалась, на других. И вот уже все или большинство присутствующих катаются по полу и бьются в конвульсиях... Обследовав контрольную группу больных, врачи не обнаружили никаких, новых явлений в их организме после сеанса магнетизирования. Члены комиссии проделали такие опыты: они подвели больных к тем деревьям, которые заведомо не попадали в зону действия магнетизеров и убеждали больного в обратном. После чего также наблюдали симптомы

припадка. И наоборот, на человека, не знающего о том, что на него налагается «настоящая» магнетическая пластина, она не производила никакого влияния.

Вывод мог быть единственным — полезность влияния магнетизера чисто мнимая, внушенная. Это заключение посеяло недоверие среди пациентов Месмера. У него начались неудачи. Популярность катастрофически падала. И Месмер вынужден был оставить Париж.

Его последователи разбились на небольшие группы, продолжая испытывать на себе и на других его приемы, от которых ждали полного переворота в медицине, но когда стало известно, что аббат Фариа добивался того же эффекта у истерических больных без всяких пассов, одним лишь приказанием «Засни!», вера в «животный магнетизм» рухнула окончательно. На смену ей пришло изучение явлений гипноза.

Был ли Месмер шарлатаном, то есть человеком, сознательно напускающим туман, идущим на обман, пользуясь общественным незнанием? В популярных книгах существует и такая квалификация его деятельности. Я думаю, что она не совсем правильна. Мне представляется, что создание его «учения», и особенно начало практики являют собой пример типичного заблуждения самого Месмера. Ослепленный первыми невероятными успехами, он сам уверовал в свою избранность, в собственные способности, тем более что рассуждения о магнитных и электрических флюидах чрезвычайно занимали современное ему общество.

Когда назначенные комиссии привели впечатляющие доказательства, что никакого особого дара у Месмера нет и что его лечение не более чем внушенное на некоторое время психологическое состояние искусственной бодрости, которое не имеет никакого влияния на продолжающую развиваться болезнь, «великий магнетизер» и сам мог бы усомниться в своей исключительности. Но отказаться от руководящей идеи всей своей жизни нелегко. И он продолжал цепляться за рассыпающийся карточный домик своих взглядов,

Судьба Месмера не уникальна. В истории можно найти и другие примеры, когда создатель гипотезы, предположения намного переживал свое детище и продолжал держаться за давно опровергнутое.

Сегодня в буржуазном мире широкую популярность вновь приобрели мистика и оккультизм. Они рядятся в одежды науки, спекулируют на уважении людей к знанию. И конечно, как всегда, к искренне заблуждающимся тут же примазываются вездесущие шарлатаны. Рассчитывая урвать свой кусок, они превращают любой вид общественной любознательности в бизнес.

### «Великому Вольте...»

Недалеко от Милана, у городка Комо, лежит деревня Камнаго. Здесь находилось родовое имение семейства Вольтов, В феврале 1745 года на рассвете в городском доме увидел мир младенец, нареченный отцом капелланом именем Алессандро.

У аристократической четы Филиппо Вольты и Мадалены де Конти Инзаи было семь детей. Алессандро — самый неудачный. Он оказался слаб здоровьем и сильно отставал от своих сверстников в развитии. Кроме того, он был упрям. Отданный на воспитание почтенной женщине — супруге мастера по физическим приборам, мальчик до четырех лет не произнес ни слова. Окружающие уже начинали думать, что он немой, но маленький Алессандро вдруг заговорил...

По-видимому, в доме своей наставницы будущий физик познакомился впервые и с физической аппаратурой. И, как это часто бывает, впечатления детства определили направление всей жизни. Ему еще не было и 18 лет, когда, поставив ряд опытов по электрическому напряжению, он пришел к выводу, что многие из результатов можно объяснить законом Ньютона. Окрыленный этой идеей, он написал письмо аббату Нолле во Францию. Тот одобрил начинания молодого человека.

В 24 года Вольта пишет диссертацию, основанием которой послужили опыты с лейденской банкой. А через десять лет становится профессором физики в университете

города Павии.

Вольта увлекается экспериментированием. Недюжинный талант позволяет ему совершенствовать свои и чужие изобретения, доводить их до такого изящества, которое вызывает восхищение бедного на приборы времени. Так, усовершенствовав смоляной прибор Эпинуса, предназначенный для изучения электрической индукции, Вольта изобрел электрофор, что означало в буквальном переводе «электроносец». Сегодня может показаться удивительным, насколько он прост. Смоляная лепешка и металлический диск со стеклянной ручкой. Да еще нужна была кошка или, на худой конец, ее шкура. Шкурой натиралась смоляная лепешка и заряжалась при этом отрицательно. В поднесенном медном диске на стороне, обращенной к смоле, возникало в результате индукции положительное электричество. На стороне противоположной — отрицательное. Этот излишек отрицательного электричества можно было легко отвести в землю. И диск полностью оказывался заряженным положительно. Теперь этот заряд можно было переносить и переводить на другие тела или отправлять в лейденские банки. А сам диск, приблизив снова к натертой смоле, вновь зарядить.

Нехитрый прибор вызвал восторг среди экспериментаторов. Многие пытались его усовершенствовать и дальше. И в конце концов, электрофор Вольты дал в руки исследователей электрофорную машину.

А Вольта тем временем изобретает очень чувствительный соломенный электроскоп и делает ряд изобретений в области химии. Все обширней становится его переписка. Вольта много путешествует, знакомится с "выдающимися учеными своего времени. Научные общества наперебой избирают его своим членом. Еще бы — богатый, знатный, хорошо образованный, еще в детстве без труда получивший все то, что выходцам из низов приходилось добывать себе в зрелом возрасте.

Современники утверждают, что Вольта был высок ростом и хорош собой. Правильное античное лицо его освещалось спокойным взглядом красивых глаз. Говорил он просто и ясно. При необходимости легко переходил к красноречию, но оставался всегда скромным. Его речь и манера говорить отличались искренностью и убеждали собеседников даже раньше, чем те вникали в содержание его слов.

В Ферне он беседовал с Вольтером, в Англии свиделся с Пристли, во Франции — с Лавуазье и Лапласом...

Трактат Гальвани поразил его. Первое время, проверяя все описанные соотечественником опыты, Вольта был вполне на стороне болонского профессора. Однако большой собственный опыт экспериментирования и необходимость двух разнородных металлов мешали ему полностью признать позиции Гальвани. А тут еще он прочел книжку швейцарского врача Жан Жака Зульцера, который писал: «Если два куска металла, один оловянный, другой серебряный, соединить таким образом, чтобы оба края их были на одной плоскости, и если приложить их к языку, то в последнем будет ощущаться некоторый вкус, довольно похожий на вкус железного купороса, в то же время каждый кусок металла в отдельности не даст и следа этого вкуса...»

Но ведь такой же вкус производит и действие электричества. Это Вольта знал хорошо.

И вот он ставит решающий эксперимент: четырех своих помощников он водружает на смолу, чтобы изолировать от земли. Первому из стоящих он велит взять в мокрую правую руку цинковую пластинку, а левой коснуться языка своего соседа. Тот, в свою очередь, должен был мокрым пальцем коснуться глазного яблока следующего. Третий и четвертый держали в руках свежепрепарированную лягушку. И кроме того, у четвертого в свободной мокрой руке была зажата серебряная пластинка... Когда серебро касалось цинка, язык второго ощущал кислый вкус, в глазу у третьего вспыхивало световое пятно, лапки лягушки между третьим и четвертым начинали дергаться...

Прекрасный результат! Разве не доказывает он, что никакого «животного электричества» не существует? Все дело лишь в контакте разнородных металлов. Старая истина гласит, что если своего идейного противника нельзя убедить, то надо постараться его пережить. Вольта Так и сделал. После смерти Гальвани количество сторонников

«животного электричества» резко пошло на убыль. Но главный удар по гальванизму был еще впереди.

В 1800 году в журнале Лондонского королевского общества появилось письмо Вольты к президенту общества с описанием удивительнейшего прибора, получившего тут же название «вольтов столб». Это была первая в мире электрическая батарея.

Предоставим слово современнику Вольты — известному французскому ученому Араго, написавшему биографию коллеги: «В начале 1800 года, вследствие теоретических соображений, знаменитый профессор придумал составить длинный столб из кружков медного, цинкового и мокрого суконного. Чего ожидать заранее от такого столба? Это сооружение, странное и, по-видимому, бездействующее, этот столб из разнородных металлов, разделенных небольшим количеством жидкости, составляет снаряд, чуднее которого никогда не изобретал человек, не исключая даже телескопа и паровой машины». И эти слова не были преувеличением. Вы уже знаете, какое впечатление произвело изобретение лейденских банок. «Но банка действует только один раз, — продолжает Араго, — после каждого удара ее надобно снова заряжать, столб же, напротив, действует непрерывно. Итак, столб — есть лейденская банка, сама собою заряжающаяся... Я осмелился бы сказать, что вольтов столб есть чудеснейший снаряд из всех человеческих изобретений»<sup>26</sup>. И действительно, электрохимический источник тока — вольтов столб — обозначил границу новой эры.

Правда, в наш век почти вся электроэнергия добывается не с помощью электрохимических генераторов, а методом, предложенным Фарадеем спустя тридцать лет после Вольты, но именно изобретение Вольты породило современное учение, об электрическом токе.

В том же 1800 году Вольту пригласили в Париж — прочесть курс лекций перед виднейшими физиками Франции. Эта поездка превратилась в сплошной триумф. Каждый город, в котором он побывал, стремился выразить ему свое внимание. Всех ученых волновал тогда вопрос: можно ли считать эффекты, производимые вольтовым столбом, собственно электрическими? Или, может быть, следует предположить существование еще одного нового вида электричества — вольтова? В Женеве в Обществе естествоиспытателей приезжий прочитал доклад о «тождестве гальванизма с обыкновенным электричеством». Обыкновенным в ту пору называли электричество, получаемое в процессе трения. А ведь были еще опыты с турмалином. Было электричество морских скатов и американских угрей. И теперь еще этот странный вольтов столб...

В Парижской Академии наук создали специальную комиссию по изучению гальванизма. В нее вошли самые известные ученые. «Бессмертные», как называли французы своих академиков, соорудили по описаниям вольтов столб и один за другим повторили все опыты итальянского исследователя. Так, например, погрузив один из концов «электродвигательного прибора» в воду и присоединив к другому его концу металлическую проволоку, исследователь совал руку в чашку с водой и одновременно прикладывал второй электрод к языку, к веку, к кончику носа. В момент замыкания цепи следовал такой удар, что некоторые едва не лишались речи. При наложении проволоки на веко создавалось впечатление вспышки. А когда два электрода от противоположных полюсов батареи вводили в уши, в голове раздавался шум... «Это было нечто вроде треска или лопанья, как если бы кипело какое-то масло или вязкое вещество», — писал сам Вольта. Он предполагал, что в дальнейшем его прибор сможет послужить медикам для излечения болезней. Другого применения гальваническому электричеству он не видел.

Четыре недели понадобилось ему, чтобы добраться до Парижа. Встреча с местными знаменитостями превзошла все ожидания.

После заседания академической комиссии, вернее сказать, специальной комиссии

---

<sup>26</sup> Араго Ф. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров, т. II. СПб., 1860, с. 222-226

Национального института<sup>27</sup>, на которой Вольта опять-таки читал доклад о тождестве обыкновенного электричества и гальванизма, Бонапарт увидел в библиотеке института лавровый венок с надписью «Великому Вольтеру». Первый консул стер окончание так, что получилась надпись «Великому Вольте», и протянул венок ученому.

Не было, кажется, таких наград, которые бы не получил итальянский исследователь. Наполеон оказывал ему особенное внимание, что вызвало немалую ревность со стороны французских коллег. И Вольта, умный и дальновидный, заспешил домой, на родину, в свой Павийский университет. Он упорно отказывался от всех лестных предложений. В том числе и от предложения стать членом Санкт-Петербургской императорской Академии наук.

Последние десятилетия своей жизни он провел скромно. Ничего существенно нового для науки не сделал. В 1817 году вышел в отставку и удалился на покой в родной Комо. Там и протекли его последние десять лет жизни.

Вольта был не особенно силен в области теории. Тем не менее причины, вызывающие электрический ток в вольтовом столбе, он должен был объяснить. И он выдвинул так называемую «контактную теорию», которая утверждала, что электрический ток возбуждается в результате прикосновения металлов. Достаточно одного лишь соприкосновения разнородных металлов, утверждал Вольта, чтобы родилась «электродвигательная сила», которая разделяет соединенные положительные и отрицательные электричества и гонит их в виде токов в противоположные направления...

Многие ученые видели недостаток этой слабой гипотезы и пытались доказать, что электрический ток возбуждается в результате химических процессов в вольтовом столбе. Но понадобилось более тридцати лет и приход в науку Фарадея, чтобы в этот вопрос была внесена полная ясность. Однако к тому времени итальянский исследователь уже семь лет покоился в фамильном склепе того же города, где и увидел свет.

## Глава 2

### Огненный дух «земного электричества»

Открытия Гальвани и Вольты никого не оставили равнодушным. Ведь подумать только, без всяких движущихся механических частей, на одном таинственном химическом процессе можно создать источник электрической силы! Такой простой способ получения электричества привлек к исследованиям внимание огромной армии естествоиспытателей. Это был второй бум после лейденской банки. Теперь у экспериментаторов появились в арсенале разные «сорта» электричества: небесное, рождающее огненную молнию, и тихое, «земное». Причем это последнее разделялось на получаемое от трения и в результате химических процессов. А вот были ли они все одной и той же природы?

19 июня 1761 года в городе Обояни (ныне Курская область) в семье приходского священника — отца Владимира Петрова родился сын, нареченный Василием. Обученный грамоте и счету дома, был он отдан в церковную школу, где скоро обнаружил удивительные способности и большую любознательность. По совету друзей родители определили мальчика учиться дальше — в духовную школу повышенного типа. То был так называемый Харьковский коллегиум. Однако, не закончив учебы, в 1785 году

---

<sup>27</sup> После революции 8 августа 1793 года Национальный конвент постановил упразднить академии, «как учреждения аристократического характера, позорящие науки и ученых»; 25 октября 1795 года Директория учредила Национальный институт наук и искусств, объединивший под своей эгидой представителей всех отраслей знаний. Членом института состоял и Первый консул Бонапарт

Василий переехал в Санкт-Петербург; где оказался среди казеннокоштных слушателей учительской семинарии. Ему уже шел двадцать пятый год, а он все учился. Правда, учился превосходно. Он был человеком, которому учеба доставляла удовольствие. Получать знания — может ли быть наслаждение выше этого? Пожалуй, такое свойство характера — одно из неприменимых условий для ученого. Но это в будущем, а пока...

В 1788 году комиссия по народному просвещению, отбирая среди не окончивших курс, но успевающих семинаристов кандидатов в учителя для горных училищ Урала и Алтая, предложила поехать в Барнаул и Василию Петрову. Он согласился и подписал договор на три года. Незаметно летело время в горной школе при Колыванско-Воскресенских заводах. Учитель Петров вел математику, русский и латинский языки, и наставником оказался превосходным. Аттестация его была настолько блестящей, что по окончании договорного срока, в 1791 году, В.В. Петров получает назначение в Санкт-Петербург преподавателем математики и русского языка в Инженерное училище Измайловского полка.

В Петербурге Петров не ударил лицом в грязь. Слава о нем, как о прекрасном лекторе, быстро распространяется в городе. А в 1793 году Санкт-Петербургская медицинская коллегия приглашает его преподавать физику и математику в Медико-хирургическом училище при военно-сухопутном госпитале. Петров соглашается, и тут его дарования педагога и исследователя проявляются в полную силу. Он задумывает создать физический кабинет, подобного которому не существовало в России. Доброе начинание пришлось ко времени.

В 1795 году училище преобразовывают в Медико-хирургическую академию. За заслуги в области преподавания, а также в качестве аванса за будущие успехи Василия Владимировича удостоивают звания экстраординарного профессора вновь созданной академии. Пока строится здание физического кабинета, Петров ездит в Москву, собирает по домам любителей физические приборы, вывезенные из-за границы. В промежутках между хлопотами ставит опыты, описывает их. В основном это пока опыты по химии. Энергия Петрова, его деловая хватка, радение об отечественной науке производили впечатление. Он становится заметной фигурой в научном мире столицы, представленном в ту пору в основном иностранцами. Однако до завоевания окончательного и прочного положения в науке еще далеко.

В 1801 году выходит в свет первый научный труд В.В. Петрова «Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений». Василий Владимирович сразу и безоговорочно примкнул в химии к прогрессивной теории горения Лавуазье, выступив против флогистона. Особенное внимание в это время он уделяет явлению люминесценции. Холодное свечение тел и веществ представлялось непонятным. И тайна холодного света заинтересовала ученого.

Его книга привлекла внимание научной общественности. Он получил звание ординарного профессора и был избран членом-корреспондентом Медико-хирургической академии.

Экспериментальная физика и химия имеют ту особенность, что человек, увлекшийся опытами, уже не в состоянии их бросить. Петрову постоянно не хватало средств. Увы, эксперименты стоили дорого, а доходы профессора Медико-хирургической академии оставляли желать лучшего. И тем не менее он строит «огромную наипаче» электрическую батарею и с ее помощью получает дугу.

Петров срезает с пальцев кожу, чтобы они были более чувствительны к электрическому воздействию. И своими руками собирает экспериментальные установки для проводимых опытов.

Вот он тщательно отшлифовывает стеклянную планшайбу, пристраивает на ней электроды и, смазав жиром, ставит сверху прозрачный колпак. Затем «вытягивает» из-под колпака воздух и подводит к электродам электрическое напряжение...

Не может быть, чтобы любознательный читатель не помнил этих простых и таких впечатляющих школьных опытов, когда в затемненном физическом кабинете учитель показывал разные режимы работы газоразрядной трубки. Сама трубка — прибор

наипростейший: два электрода в пробках, затыкающих концы, и разреженный газ между ними. Под влиянием приложенного напряжения электроны, вырываясь из катода, сталкиваются с частичками газа в трубке и заставляют их светиться. Помните, какой восторг охватывал, нас, когда у электродов начинало рождаться бледное сияние, охватывающее потом весь промежуток. А учитель, насладившись произведенным эффектом, объяснял, что перед нами маленькая модель полярного сияния...

В 1803 году из печати выходит книга В.В. Петрова «Известия о гальвани-вольтовых опытах...», а в следующем году — другая: «Новые электрические опыты». Его избирают в Академию наук. Он создает уникальный физический кабинет.

22 июля 1834 года академик Петров скончался и был похоронен на Смоленском православном кладбище. На надгробном камне надпись: «Вся жизнь прекрасная его прошла в трудах неутомимо...»

Таким был путь выдающегося ученого Василия Владимировича Петрова, работы которого намного опередили свое время. Фактически без систематического образования он стал одним из самых выдающихся людей, своего времени, проделав путь от провинциального учителя до академика.

Его жизнь началась при Екатерине II. Он жил в период Великой Французской революции, в условиях нелегкого правления Павла I, вступления на престол Александра I и Отечественной войны 1812 года. В Академии шла реорганизация, сменялись президенты. В его жизни, наверное, было немало споров, с иностранцами, которых было слишком много в нашей Академии наук в ту пору, было немало несправедливостей. Но главным для него всегда оставалась работа, с ее озарениями и наслаждением от научных удач. По отзывам современников, Петров был не только великолепным лектором, но и талантливым учителем, профессором-руководителем. Он оставил после себя учеников, которые стали гордостью нашей науки. Сам же Василий Владимирович по праву считается первым русским электротехником.

Работы Василия Владимировича Петрова побудили многих русских исследователей обратиться к опытам с электричеством. Одна за другой в печати появляются интересные работы. Тут и диссертация Александра Воинова о молнии, о громах, и рассуждение Василия Телепнева «О способах возбуждения электричества в телах», и компиляционный труд Афанасия Стойковича «О соломенных и разных других отводах молнии и града». Были работы и других авторов. Не все они оказались равноценными. Немало в них встречалось наивных утверждений и непрофессиональных выводов. Но уже само обилие работ говорит о том, что передовая русская научная мысль начала XIX века шла в ногу с изысканиями европейских ученых.

В 1803 году в Санкт-Петербурге выходит еще одна любопытная книга, озаглавленная «Краткий и на опыте основанный замечания об электризме и о способности электрических машин к помоганию от различных болезней», принадлежащая перу первого русского агронома и писателя Андрея Тимофеевича Болотова.

Эту работу можно отнести к «догальваническому» и «довольтовскому» периоду, Болотову было в ту пору уже 65 лет. Познакомившись с действием лейденской банки, он увлекся идеей лечения различных болезней с помощью электрического «потрясения». Это был едва ли не последний отголосок всеобщего увлечения лечением электричеством, которое переживала Европа еще в середине XVIII столетия.

В своей работе Андрей Тимофеевич большое внимание уделяет построению «электрических машин вообще и устройению простейших особенно». Он дает конструкцию электрической машины, получающей электричество трением, подробно описывает ее, «чтобы в случае оказавшейся полезности можно было по примеру моему многим и другим у себя дома, без прибежища к машинистам, а при помощи простейших мастеровых, как, например, столяра и слесаря, их делать и без больших издержек снабжать себя оными».

В 1818 году основатель Харьковского университета Василий Назарович Каразин — человек беспокойного просветительского склада характера и выдающийся русский общественный деятель — написал мемуар «О возможности приложить электрическую силу верхних слоев атмосферы к потребностям человека». Он предлагал поднимать на

аэростатах «электроатмосферные снаряды», которые будут собирать в облаках электричество и доставлять его на землю для практического использования.

В ту пору Каразин жил у себя в поместье Кручик Харьковской губернии и с энтузиазмом занимался научными опытами. Еще будучи на военной службе, Василий Назарович был частым гостем Горного корпуса в Санкт-Петербурге, где приобрел немало сведений в опытных науках. Одно время был очень близок с Александром Николаевичем Радищевым, возвратившемся по разрешению царя Александра I в Петербург.

Увлеченный идеями французской буржуазной революции конца XVII века, Каразин пишет в 1801 году анонимное письмо царю Александру I, в котором предлагает ограничить самовластие «непреложными законами», облегчить положение крестьян, ввести гласность суда, направить усилия на развитие просвещения, промышленности, торговли. Пакет с письмом он оставляет в кабинете царя. Проект Каразина пришелся ко времени. Образованный, но нерешительный и двуличный Александр I в целях предотвращения возможного революционного взрыва проводил в ту пору либеральную политику. Он приказал разыскать автора письма и всячески обласкал Каразина, разрешив обращаться к нему по общественным делам.

Василий Назарович становится страстным поборником прогресса. Он составляет и подает массу проектов и идей. Предлагает учредить особое Министерство народного просвещения, которого не было раньше в России; составляет проекты академических уставов и новых университетов. И наконец, развивает кипучую деятельность по основанию Харьковского университета. Собирает пожертвования, достает и отправляет в Харьков книги, типографское оборудование, мастеров... Однако доверие императора оказалось непрочным и непродолжительным. Уже в 1804 году Каразин вынужден уйти из Министерства народного просвещения, организованного по его же предложению. Его деятельность принесла ему множество врагов среди власть имущих.

В то же время его собственные взгляды были крайне противоречивы. Он подчеркивает свою приверженность к монархическому образу правления. Считает недопустимой отмену крепостного права, хотя для своих крестьян учреждает сельскую думу — некий призрак самоуправления крепостных. За оброк раздает крестьянам землю в наследственное владение, строит и содержит образцовую народную школу.

За критику многих отрицательных сторон существовавшего строя Каразин неоднократно подвергается полицейским репрессиям. В 1820 году заточен на полгода в Шлиссельбургскую крепость, а затем, лишенный права проживать в Петербурге и Москве, долгое время живет в имении под надзором полиции.

Пользуясь прекрасной библиотекой, собранной еще в прошлые годы, Василий Назарович пытается организовать в имении образцовое опытное хозяйство. Он ведет регулярные метеорологические наблюдения, работает в собственной химической лаборатории, разбивает и засеивает опытные поля различными сортами пшеницы, изобретает новые сельскохозяйственные орудия...

Понимая, какую роль играют удобрения для повышения урожайности почв, Каразин задумывается над способом извлечения из воздуха азотистых соединений электрическим путем. А поскольку сила существующих источников электрической энергии пока ничтожна, он решает поставить на службу человечеству молнию.

Свой проект применения «электроатмосферных снарядов» Василий Петрович подает на высочайшее рассмотрение. Бумаги попадают на отзыв в Академию наук. Проект Каразина рассматривается академиками Фусом, Шуманом, Шубертом и Петровым. И только Василий Владимирович Петров написал положительный отзыв. Однако этого было мало. Ни наука, ни техника того времени не были готовы к восприятию подобных идей, и предложение Каразина осталось без дальнейшего продвижения.

Великие открытия никогда не рождаются на пустом месте и не возникают вдруг. В 1804 году итальянский физик Джованни Альдини в «Трактате о гальванизме» описал опыты своего коллеги из Генуи профессора химии Джузеппе Маджони; «Поместив горизонтально очень тонкие швейные иглы длиной в 2 дюйма каждая, он присоединил их обоими концами к батарее, состоящей из 100 сосудов. По истечении 20 дней он вынул иглы немного окислившимися, но в то же время намагниченными, с ярко выраженной полярностью». И дальше добавляет: «Это новое свойство гальванизма было впервые установлено Романьози, который открыл, что гальванизм отклоняет намагниченную стрелку».

В трактате самого Романьози описывается, что, построив вольтов столб, он прикрепил к нему серебряную проволоку, состоящую из нескольких колен, связанных как звенья цепи. Последнее колено проходило через стеклянную трубку и имело на наружном конце серебряную пуговку. Затем он взял обыкновенную магнитную иглу, вроде корабельного компаса, заключенную в четырехугольном деревянном ящике, и, сняв прочь стеклянную крышку, поставил ящик на стеклянный изолятор... После этого, взяв в руки стеклянную трубку с последним коленом, он быстро прикасался пуговкой к магнитной игле, и последняя в течение нескольких секунд уклонялась на несколько градусов от своего положения. Когда серебряная цепь отнималась, игла оставалась в отклоненном состоянии... Прикладывая цепь вновь, он заставлял иглу уклоняться от магнитного меридиана все сильнее и сильнее: таким образом он достигал того, что стрелка оставалась в одном и том же положении, так что полярность оказывалась совершенно бессильной. Чтобы восстановить полярность, он прикасался несколько секунд большим и указательным пальцами обеих рук к изолированному ящику, стараясь не колебать его, и стрелка медленно возвращалась назад, приобретая снова полярность, но не сразу, а в несколько толчков.

Имя Джана Доменико Романьози (1761-1835) почти неизвестно широкому читателю. Это и неудивительно. Он не являлся ни ученым, ни физиком. Адвокат по образованию и роду деятельности, Романьози отдавал дань курьезным опытам с электричеством, как и большинство образованных людей своего времени. Поисками доказательств связи электричества с магнетизмом занимались тогда очень многие — физико-химические приборы были распространены в зажиточных домах.

Обнаружив явление, вроде бы доказывающее желанную связь, физик-любитель на всякий случай записал условия и результаты опыта в домашний журнал, но не придавал им особого значения. В ту пору его гораздо больше волновало — получит ли он кафедру публичного права в Падуанском университете... Он так и не собрался опубликовать результаты экспериментов, пока по всей Европе не прокатилась весть об открытии профессора физики Копенгагенского университета Ханса Кристиана Эрстеда. Многие вспомнили тогда, что наблюдали те же явления, но не осознали важности обнаруженного, не поняли, не сумели оценить. В 20-х годах в разных странах появились статьи, оспаривавшие приоритет датского физика. В этом споре принял участие и адвокат Жан Доменико Романьози. Его трактат был напечатан неким Францем Зантедески, однако славы ни автору, ни издателю не принес,

Как же было совершено это открытие Эрстедом? В истории физики сохранились отдельные подробности события, и можно попробовать восстановить его с достаточной степенью достоверности.

В тот день в Копенгагенском университете должен был читать лекцию о связи электричества с теплотой профессор Ханс Кристиан Эрстед. Сорокатрехлетний ученый был известной фигурой в Дании. Родившись в семье аптекаря, он получил диплом фармацевта, а потом доктора философии, его научные интересы были широкими и разносторонними. За работы по получению хлористого и металлического алюминия Эрстед был принят в члены Датского королевского научного общества и стал его секретарем.

Эрстед был хорошим лектором, и умелым популяризатором науки. Немудрено, что на его лекции собиралось много народу. В те годы свободного посещения студенты

попросту игнорировали лекции профессоров, которые читали плохо или недостаточно знали предмет. Рассказывая о нагревании проволоки под действием протекающей в ней электрической жидкости, профессор подошел к столу, чтобы показать опыт: подключил к полюсам вольтова столба платиновую проволоку, нагрел ее и дал желающим пощупать. Такой опыт в те времена вызывал настоящий восторг.

Случилось так, что на столе рядом с нагреваемой проволокой оказался компас. Он не имел никакого отношения к теме лекции. И его присутствие здесь было чистой случайностью. Но это была великолепная случайность!

Один из студентов, которого, по-видимому, не слишком интересовали электрические опыты, обратил внимание на компас. Он заметил, что при включении гальванической цепи магнитная стрелка почему-то отклоняется. И надо же было этому студенту задать вопрос о причине обнаруженного явления! Он был любознательным молодым человеком. Как жаль, что мы никогда так и не узнаем его имени.

Эрстед даже растерялся от неожиданного вопроса.

— Я не понимаю, господин студент, о чем вы говорите?

— Но я говорю о том, что видел собственными глазами. В момент включения вами, господин профессор, цепи стрелка компаса отклонилась,

— Вы уверены, что это было именно так? — медленно переспросил Эрстед, оглядывая демонстрационный стол. Он заметил, что один из проводов, идущий от батареи, образовал петлю и лежал на компасе почти параллельно стрелке.

— Но я могу поклясться, что это было именно так! — воскликнул возмущенный недоверием студент и стал продвигаться к столу.

— Не двигайтесь! — закричал Эрстед. — Я сейчас повторю опыт, ничего не изменяя. Следите за стрелкой и скажите, что вы увидите.

Он снова замкнул цепь и едва не оглох от дружного вопля студентов: «Отклонилась!»

— Сколько времени Эрстед ждал этого момента! На какие ухищрения только не шел, чтобы обнаружить связь электричества с магнетизмом. А все оказалось просто...

— Отклонение магнитной стрелки, господа, может быть вызвано единственной причиной, — голос его дрожал от волнения и прерывался, электрическим конфликтом, то есть воздействием на магнитную стрелку перемещающейся в проводнике электрической жидкости.

Пять месяцев спустя из печати вышел небольшой труд Эрстеда, озаглавленный «Опыты, касающиеся действия электрического конфликта на магнитную стрелку». В нем было изложено правило, уже очень похожее на формулировку закона: «Гальваническое электричество, идущее с севера на юг над свободно подвешенной магнитной стрелкой, отклоняет ее северный конец к востоку, а проходя в том же направлении под стрелкой, отклоняет ее на запад».

Но вот почему все происходило именно так, а не иначе, Эрстед объяснить не мог. Для этого нужна была новая теория, и создал ее Ампер.

Доменик Франсуа Жан Араго был удивительный человек. На долю его выпало столько приключений, что их хватило бы на толстый роман, а между тем Араго был серьезным человеком, ученым.

Прежде всего его можно, пожалуй, назвать геодезистом и астрономом. Но еще он увлекался физикой, исследовал законы света вместе с Френелем и дружил с Ампером,

В 1820 году в Женеве Араго увидел на собрании натуралистов повторение опытов Эрстеда. И конечно, тут же решил познакомить с ними своих соотечественников. Вернувшись домой, он собрал нехитрую установку с вольтовым столбом и продумал программу экспериментов.

Чтобы стрелка компаса легче вращалась, понадобилось подпилить опорную иглу. Работа несложная. И вот — ток включен, магнитная стрелка отклоняется серебряным проводничком с током от своего законного направления. Но что это? Какая-то грязь? Араго протирает серебряный проводник и снимает с него налипшие железные опилки. Однако стоит ему положить проводник на стол, как опилки вновь налипают на него...

Араго выключает ток, и опилки осыпаются с серебряной проволоки. Включает — и они облепляют ее, будто серебро стало магнитом. Серебро — магнитом! Необыкновенное явление, которое он заметил и тут же осознал его важность. Немагнитный в принципе серебряный проводник, когда по нему проходит электрический ток, становится магнитом! Интересно! Очень интересно!

Снаружи раздался стук. Араго выглянул в окно и увидел сверху обвисшие поля шляпы. Это Ампер, академик Андре Мари Ампер, самый гениальный и самый рассеянный из его друзей. Пыль на его башмаках — доказательство того, что он уже давно вышел из своего дома и бродил по Парижу или по его предместьям, не разбирая дороги, как всегда погруженный в свои мысли.

— Входите, входите, мой друг! — В голосе Араго звучала неподдельная нежность. Он искренне любил этого нескладного и такого несчастного человека, вечного отшельника и глубокого мудреца Ампера. — Входите и давайте вашу шляпу. Я ее положу отдельно от других, чтобы вы не спутали...

Араго напомнил тот случай, когда после бурных споров по вопросам метафизики в одном из парижских домов Ампер схватил по рассеянности треуголку священника и ушел в ней домой, оставив духовному отцу свою круглую шляпу.

Ампер улыбнулся:

— Вы жестоки. А я-то бежал к вам, чтобы рассказать, к каким замечательным выводам пришел, обдумывая опыты Эрстеда. Вы знаете, его открытие знаменует собой начало новой эпохи в электричестве — электричестве не статическом, неподвижном, а наоборот, движущемся, выливающимся из гальванических батарей ио-добно потокам...

Араго проводил друга наверх в лабораторию и усадил в кресло.

— Я вижу, что и вы не чужды гальваническим увлечениям? — восклицает Ампер, кивая на приборы и вольтов столб,

— Вы правы, Я воспроизвел опыт Эрстеда и, как мне кажется, наткнулся на новое явление. Может быть, оно заинтересует вас?

Араго снова замыкает цепь и приближает проводники к опилкам. Тотчас же они облепляют проводники, ошестинившись как иглы. Ампер протянул к цепи руку. Араго выключил ток, и опилки легким дождем осыпались в ладонь Амперу...

— Прекрасно! — Ампер вскочил с места. — Это только лишний раз доказывает, что я прав. Покоящиеся заряды не взаимодействуют с магнитной стрелкой. Но стоит им прийти в движение, и они превращают серебряный проводник в магнит. Провод-магнит! Превосходно. — Он на мгновение задумался. — А как вы думаете, станут взаимодействовать два провода с током, как магниты?

Он уже не ждал ответа. Мысль его заработала...

Ампер стремительно шагнул по набережной Сены, находясь в том счастливом состоянии духа, когда то, о чем так много и упорно думалось, представляется вдруг если еще и не совсем ясным в деталях, то уже понятным в целом.

Мальчишки плыли по течению, весело перекликаясь друг с другом, и Амперу вдруг пришла в голову мысль о простом правиле, с помощью которого можно всегда определить направление отклонения магнитной стрелки протекающим током. Он решил его назвать «правилом пловца». Если пустить человека плыть по направлению тока, лицом вниз, то северный конец стрелки всегда отклонится под действием этого тока вправо. Bravo, Андре! А теперь токи... Он оглянулся: как было бы хорошо начертить все это, поставить стрелки, определить направление. Вот и кусок мела нашелся в кармане. Какое счастье, что рядом с ним его черная доска!

Парижане — сдержанная публика, когда дело касается чьих-либо чудачеств. Но это уж... Сначала один, потом двое, наконец, пятеро прохожих оглянулись с возмущением на пожилого, дурно одетого господина, который в самозабвении расчерчивал мелом заднюю стенку чьей-то черной кареты.

18 сентября 1820 года на заседании Парижской Академии наук академик Андре Мари Ампер начал свою знаменитую серию докладов по электромагнетизму.

— При самом начале явления, открытые Эрстедом, месье, — говорил Ампер, стоя на

возвышении, — по справедливости названы электромагнитными. Однако в явлениях, о которых хочу говорить я, магнит не участвует. И потому правильнее будет дать им общее название электродинамических.

...Первый опыт, на который меня подтолкнули блестящие эксперименты нашего общего друга академика Араго, я проделал с двумя прямыми проволоками, по которым протекает электричество от вольтова столба. И мое открытие заключается в том, что две параллельные соединительные проволоки взаимно притягиваются, когда электричество движется по ним в одном направлении, и отталкиваются, когда направления токов противоположны...

По комнате, где проходило заседание, пробежал шепот. Открытие Ампера было так просто и поистине гениально. Оно вызвало разные чувства у присутствовавших. Араго гордился своим другом. Физик Био слушал с неослабевающим интересом, изредка поглядывая на молодого Савара, с которым его связывала дружба. Семидесятилетний Лаплас дремал. Однако было здесь немало и тех, кого с первых же слов Ампера начала снедать зависть.

— Подумаешь, открытие! — говорили они. — Притяжение и отталкивание токов — это не более чем видоизмененное притяжение и отталкивание заряженных тел, известное еще со времен Дюфе...

Ампер живо реагировал на это возражение: — Одинаково наэлектризованные тела взаимно отталкиваются; два же одинаковых тока притягиваются... и, соприкоснувшись, остаются соединенными, как магниты.

— Но позвольте, — говорили завистники, — в чем же новизна открытия? Эрстед доказал действие тока на магнитную стрелку. Но если два тела способны действовать на третье, то они должны действовать и друг на друга... Не означает ли это, что взаимное притяжение и отталкивание проводов суть следствие, вытекающее из опытов того же Эрстеда?

И они садились на место, внутренне торжествуя. И тогда снова вскакивал Ампер. Он предлагал сомневающимся вывести самим из опытов Эрстеда направление взаимодействия токов. И когда его противникам это не удавалось, садился на место удовлетворенный. И так продолжалось не раз и не два...

Четыре понедельника подряд в октябре 1820 года выступал Ампер с трибуны Академии, докладывая о результатах своих исследований. Потом он выступал еще и еще... Он свернул провод в спираль и, пропустив по нему ток, обнаружил, что получившийся соленоид по своим свойствам ничем не отличается от обыкновенного магнита,

— Каждый магнит, месье, я в этом уверен, — с жаром говорил Ампер коллегам, — представляет из себя множество естественных соленоидов, по которым текут крошечные круговые токи. Именно гальванический ток, циркулирующий в каждой частице вещества, создает ее природный магнетизм. Только электрический ток определяет магнитные свойства тела.

Пока оси этих круговых токов разбросаны беспорядочно внутри тела, магнитные свойства не могут себя проявить, ибо они компенсируют друг Друга. Но стоит всем осям по какой-то причине стать параллельными, выстроившись по ранжиру, и тогда железо и сталь становятся магнитами...

В 1821 году, устав от опытов, которые он проводил в собственной квартирке на улице Фоссе де Сен-Виктор, за столиком, сделанным своими руками и с неуклюжими приборами, изготовленными бродячим слесарем, Ампер заявил, что переходит к составлению теории. В ней он хотел в ясной математической форме привести к единству результаты многочисленных электрических опытов.

Пожалуй, после этого французы стали называть близорукого и рассеянного чудака — наш Великий Ампер.

## Великое открытие

С самого момента открытия Эрстедом влияния электрического тока на магнитную стрелку исследователей стала преследовать мысль: «А нельзя ли решить и обратную задачу: превратить магнетизм в электричество?» Во Франции над этой задачей ломали голову Ампер и Араго, в Швейцарии — профессор механики Женевской Академии Жан Даниель Колладон, в Америке — молодой физик Джозеф Генри, известный как создатель одного из самых сильных электромагнитов в мире. В Англии над этой же проблемой бился Фарадей.

Ампер первым предположил, а потом и доказал, что вокруг проводника с током образуется магнитное поле. Так он объяснил причину эффекта, обнаруженного Эрстедом. Исследователи сразу подумали: если постоянный ток в проводнике наводит постоянное магнитное поле, то почему бы постоянному магнитному полю обыкновенного подковообразного магнита не навести в рядом лежащем проводнике постоянный ток? Надо только найти правильное расположение того и другого и подобрать достаточно сильный магнит...

Сегодня, пожалуй, каждый знает, что, будь это именно так, мы получили бы вечный двигатель, работающий без потребления энергии. А это абсурдно. Из ничего ничего и не бывает. Но это знаем мы с вами сто пятьдесят лет спустя. А тогда закон сохранения энергии казался не столь уж безоговорочным.

Установить в наши дни, кто первым заметил эффект наведения тока в проводнике магнитным полем, довольно трудно. Рассказывают, что Колладон, намотав две обмотки на один каркас и включив во вторую гальванометр, заметил, что стрелка прибора странно дергается при включении в первичную обмотку электрической батареи. «Может быть, что-то трясет прибор?» — подумал Колладон. Он не зря считался искусственным экспериментатором. Швейцарский профессор отнес гальванометр в другую комнату. Теперь, замкнув рубильник, он вынужден был ходить из одного помещения в другое. И когда добирался до прибора, стрелка того всегда стояла на нуле.

Некоторые историки уверяют, что первым, кто заметил, как при движении магнита возле проводника в проволоке появляется электрический ток, был Джозеф Генри. Он даже собирался написать об этом явлении статью. Да все откладывал. Дело в том, что как раз в это время Генри вел переговоры с Принстонским колледжем, где собирался занять место профессора физики, и упустил время. В Америку пришел журнал со статьей Фарадея.

Майкл Фарадей был не только веселым и жизнерадостным человеком. Он поражал окружающих своей аккуратностью. Результаты каждого опыта он подробно записывал в дневник. Еще в 1822 году в его дневнике появилась фраза: «Превратить магнетизм в электричество». С тех пор Фарадей не раз возвращался к этой мысли. Очевидно, он знал, что проблемой интересуются и другие экспериментаторы, и потому с 1831 года работал как одержимый. Каждое утро в одно и то же время он являлся в лабораторию. Его ассистент Андерсон спрашивал: «Будем ли мы сегодня работать, мистер Фарадей?» — и, получив неизменно утвердительный ответ, отправлялся готовить инструменты и приборы.

Он был занятным человеком, этот отставной сержант артиллерии Андерсон. Не раз, ухмыляясь, заявлял всеуслышание, что во время Фарадеевых лекций всю работу делает он, Андерсон, Фарадей же калякает... И тем не менее профессор Фарадей относился к своему помощнику с неизменным уважением: «Он помогал мне во всех опытах, которые я делал, и я ему много обязан и благодарен за его заботливость, невозмутимость, пунктуальность и добросовестность, с которыми он выполнял все возложенные на него поручения». Почти сорок лет Андерсон был помощником ученого, его товарищем, коллегой, а временами — заботливой «нянькой» и строгой «матушкой-наставницей».

Очень вспыльчивый по натуре, Фарадей умел быстро овладевать собой и легко укрощал свой характер. Известный физик Джон Тиндаль, многие годы друживший с Фарадеем, писал о качествах характера ученого: «Самым выдающимся из них была любовь к порядку. Самые запутанные и сложные вещи в его руках располагались гармонически. Кроме того, в прилежании к труду он выказывал немецкое упрямство. Это была порывистая натура, но каждый импульс давал силу, не позволявшую ни шагу отступить назад. Если в минуты увлечения он решался на что-нибудь, то этому решению оставался верен и в минуты спокойствия». Наверное потому, поставив перед собой задачу о «превращении магнетизма в электричество», он девять лет спустя все-таки решил ее.

В то утро 29 августа 1831 года Фарадей, как и раньше, включил батарею в приготовленную Андерсоном катушку и зафиксировал толчок, который испытала стрелка гальванометра, включенного во вторичную обмотку. Толчок — и снова стрелка на нуле. При выключении то же самое. Только теперь стрелка отклоняется при толчке в другую сторону. В чем тут дело? Вместе с Андерсоном он тщательно проверил установку. Но никаких причин для странного поведения стрелки не обнаружил. Тогда он решил изменить условия опыта. Заменял батарею заряженной лейденской банкой. А обмотки Андерсон намотал на кольцо из мягкого железа. Фарадей убеждается в том, что при наличии железного сердечника толчки стрелки гораздо сильнее. Он снова и снова изменяет условия экспериментов и постепенно приходит к определенному выводу.

17 октября 1831 года он записывает в дневнике: «Я взял цилиндрический магнитный брусок (3/4 дюйма в диаметре и 8 и 1/4 дюйма длиной) и ввел один его конец внутрь спирали из медной проволоки (220 футов длиной), соединенной с гальванометром. Потом я быстрым движением втолкнул магнит внутрь спирали на всю его длину, и стрелка гальванометра испытала толчок. Затем я так же быстро вытащил магнит из спирали, и стрелка опять качнулась, но в противоположную сторону. Эти качания стрелки повторялись всякий раз, как магнит вталкивался или выталкивался».

Теперь Фарадей начинал понимать механизм обнаруженного явления. Понятными становились и многолетние неудачи в попытках получения тока от неподвижного магнита. Причина наведения индукции тока во вторичной обмотке заключается в движении магнита. Именно в движении! Он бросается к дневнику: «Электрическая волна возникает только при движении магнита, а не в силу свойств, присущих ему в покое».

Это решение! Полное решение задачи, поставленной десять лет тому назад. Андерсон с неодобрением смотрит, как его сорокалетний шеф — вы подумайте, такой солидный человек! — пляшет в лаборатории нечто, напоминающее зажигательную ирландскую джигу.

Железное кольцо с двумя обмотками явилось прообразом будущих трансформаторов, без которых электрификация в нашу эпоху вряд ли была бы возможна. Давайте забежим немного вперед к поясним значение этого изобретения.

Обычно на мощных электростанциях переменный ток вырабатывается при напряжении не более 22 тысяч вольт. Но для передачи на большие расстояния такое напряжение недостаточно, потому что, чем оно выше, тем меньше потери в проводах линии электропередач. Значит, напряжение нужно повысить. Это и осуществляется с помощью трансформаторов.

Однако потребители электрической энергии могут пользоваться ею только при пониженном напряжении. Это связано и с трудностями изоляции, и с безопасностью людей. После ЛЭП нужны снова трансформаторы, только теперь не повышающие, как на выходе с электростанции, а наоборот, понижающие. С их помощью напряжение электрического тока преобразуется в обычное для нас 127, 220 и 380 вольт.

Направ на верный след, Фарадей форсирует работу. Его эксперименты становятся одни удачнее другого. Теперь мысль ученого работает уже в ином направлении: «Если движение магнита возле проводника может рождать электричество, то и движение проводника возле магнита должно делать то же. А коли так, то нельзя ли из обыкновенного магнита и мотка проволоки соорудить новый источник электричества?» Теперь он вместе с Андерсоном устанавливает между полюсами большого магнита

Королевского общества вращающийся медный диск. Два скользящих контакта соединены с гальванометром. Отставной сержант крутит ручку, и гальванометр показывает наличие электрического тока. Фарадей счастлив.

28 октября он записывает в дневнике: «...заставил медный диск вращаться между полюсами большого подковообразного магнита Королевского общества. Ось и точка на краю диска были соединены с гальванометром. Стрелка гальванометра движется при вращении диска...»

Так была создана первая в мире динамо-машина.

Затем наступило, как говорится, «время собирать камни». Все результаты следовало обдумать и сделать надлежащие выводы. Это было очень нелегко. Не существовало в науке ни ясной физической картины явления, ни терминологии. Никто из современников Фарадея и представления не имел о сущности электромагнитных явлений. Все это нужно было создавать впервые. Ученый пытается понять, что же происходит между полюсами магнита. Почему свойства пространства при наличии в нем магнитных полюсов так резко изменяются по сравнению со свойствами того же пространства при отсутствии в нем магнита? Он снова и снова насыпает железные опилки на лист бумаги, помещает лист над полюсами магнита и смотрит на линии, по которым сгущаются опилки в межполюсном пространстве. Именно по этим направлениям действуют магнитные силы. Не являются ли обозначенные опилками линии реальными силовыми линиями, протянувшимися от одного полюса до другого? Он никогда не верил в то, что силы могут действовать через пустоту, на расстоянии, не передаваясь от одной точки к другой.

И Фарадей формулирует закон — Великий Закон электромагнитной индукции. «Явление возникновения в замкнутом проводнике электрического тока при пересечении этим проводником силовых линий магнитного поля называют электромагнитной индукцией» — так звучит этот закон сегодня. Конечно, Фарадей еще не знал такого понятия, как «поле сил». Для создания концепции электромагнитного поля науке понадобится гений Максвелла. Да и после него ученый мир не сразу признает концепцию Максвелла и закон Фарадея. Сколько было истрачено сил напрасно в стремлении обойти фарадеевский закон, сколько не состоялось изобретений... Например, еще в начале нашего века возникло предложение измерять скорость морских судов по величине электродвижущей силы, которая должна наводиться на натянутом от борта к борту проводнике во время хода корабля. Однако, сколько ни бились изобретатели, ничего у них не получалось. А почему? Не зря в современной формулировке закона Фарадея стоят слова: «в замкнутом проводнике».

Такие же трудности встретились и при определении электродвижущей силы в обмотке, заложенной в паз якоря электрической машины. По идее ЭДС в пазу должна быть совсем незначительной, поскольку магнитная индукция там ничтожно мала. А на опыте получалась величина значительно большая предполагаемой...

Со временем идеи Фарадея стали надежным основанием науки. Вся современная электротехника зиждется на законе электромагнитной индукции Фарадея. Он лежит в основе действия трансформаторов и электрических машин, всевозможных преобразователей, электромагнитных автоматов и многих измерительных приборов. Как часть электродинамики Максвелла этот же закон явился фундаментом для техники электро — и радиосвязи, радиовещания, телевидения, радиолокации, многочисленных применений радиоэлектроники, радиоастрономии, всевозможных видов измерений и управления на расстоянии. Я уже не говорю, что именно закону об электромагнитной индукции мы обязаны светом, теплом и комфортом современных жилищ.

Сто пятьдесят пять лет тому назад было совершено это великое открытие. Совершено Майклом Фарадеем — сыном кузнеца и учеником переплетчика, великим Ученым XIX века.

В середине XIX столетия почти во всех областях естествознания отмечался бурный прогресс. Конкретные достижения обогащали технику и промышленность. Успехи практики требовали объяснений, объяснения — теорий.

Гальваническое электричество и вольтов столб породили промышленность химических источников электрического тока. Опыты Эрстеда и Ампера доказали единство таких явлений, как электричество и магнетизм. Кроме того, Ампер свел магнитные явления к роли вторичных факторов. Он считал их побочными при прохождении электрического тока.

Затем в 1831 году Фарадей открыл электромагнитную индукцию, после чего тут же были изобретены и построены электродвигатель и электрогенератор. Появился еще один вид машинного электричества. Начала развиваться электротехника.

Фарадей не получил университетского образования, не знал высшей математики, зато не был обременен и школьными предрассудками, накопившимися в стенах университетов. Пытаясь формулировать общее правило, определяющее направление индуцированных токов, он сталкивался с трудностями. Этот вопрос был разрешен в 1834 году молодым профессором Петербургского университета Эмилием Христиановичем Ленцем.

«Тотчас же по просмотривании мемуара Фарадея, — писал он в своем знаменитом докладе Петербургской Академии наук 29 ноября 1833 года, мне показалось, что все без исключения опыты электродинамического распространения (индукционных токов. — А.Т.) могут быть очень простым способом сведены обратно к законам электродинамических движений, так что ежели эти законы известны, то и все явления электродинамических распределений (индукционных токов. — А.Т.) могут быть выведены из них».

После блестяще поставленных экспериментов Ленц дал обобщенный закон индукции, о котором речь уже шла. То есть, размышляя о физической сущности исследованного явления, он пришел к выводу: «Ежели мы хорошо уясним себе приведенный выше закон, то мы сможем вывести заключение, что каждому явлению движения под действием электромагнитных сил должен соответствовать определенный случай электромагнитной индукции». Это положение можно сформулировать так: каждому электромагнитному явлению соответствует определенное магнитоэлектрическое явление.

Вместе с Якоби Ленц установил, что любая магнитоэлектрическая машина, которая служит для производства электрического тока, может быть использована в качестве электродвигателя, если через ее якорь или катушку, как тогда говорили, пропускать ток от постороннего источника.

Ленц родился в старинном прибалтийском городе Дерпте (ныне город Тарту в Эстонской ССР). Шестнадцати лет поступил в Дерптский университет, где очень скоро обратил на себя внимание.

В 1823 году наш знаменитый мореплаватель Отто Евстафьевич Коцебу пригласил молодого человека принять участие в кругосветном путешествии на шлюпе «Предприятие» в качестве физика и натуралиста экспедиции. Ленц согласился и блестяще справлялся со своими обязанностями в течение всего плавания. Свидетельством его успехов является то, что сразу, по возвращении Ленц был принят адъюнктом Петербургской Академии наук и четыре года спустя, едва достигнув 26 лет, стал ординарным академиком.

Деятельность свою в Академии наук Ленц начал с реорганизации лаборатории физики и постановки серии опытов по электричеству и магнетизму. Независимо от Джоуля он вывел закон, утверждающий, что количество тепла, выделяющееся в проводнике при прохождении тока, прямо пропорционально сопротивлению проводника и квадрату силы тока. Затем он повторил опыты Деви, обнаружившего, что при нагревании электрическое сопротивление провода растет, и открыл закон, по которому должна меняться электропроводность металлов с изменением температуры.

В то же время он преподавал в Морском кадетском корпусе, возглавлял кафедру

физики и физической географии в Петербургском университете. Позже был избран деканом физико-математического факультета, а потом и ректором.

Ленц преподавал также в Михайловском артиллерийском училище и в Главном педагогическом институте, имел много помощников и учеников, которые в дальнейшем стали замечательными учеными. Многие достижения Ленца опередили свое время. О них забыли. И через полвека, когда сама жизнь и развитие техники потребовали объяснения электромагнитных явлений, вошедших в обиход, положения Ленца открывали вновь, называя их краеугольным камнем нарождающейся электротехники.

Летом 1839 года празднующийся люд северной столицы Русского государства облепил берега Невы. Публика несостоятельнее толпилась на набережных, а кто попроще спускались прямо на зеленый берег. Часов около десяти утра отвалила от Петропавловской крепости шлюпка с единственным пассажиром на борту. Невысокий плотный господин в цивильном костюме сидел на корме. Тонкие губы его были плотно сжаты, брови насулены. Несколько дружных гребков, и лодка на середине реки. По команде матросы подняли весла. Пассажир нагнулся и стал копать в тяжелом ящике, уставленном стеклянными банками с какой-то жидкостью. Из банок торчали железки. Толстые провода вели к рамам неуклюжей машины, соединенным с большими колесами, наподобие мельничных, опущенными с бортов в воду.

Шлюпку уже изрядно снесло течением, когда под руками пассажира раздался легкий треск и колеса завертелись, ударяя плечами по невиской волне. Повернувшись носом против течения, шлюпка пошла, разрезая тяжелую свинцовую воду. У крепости, где собралось многочисленное начальство, раздалась дружные аплодисменты.

Так или примерно так состоялось первое в мире практическое испытание электрического двигателя, сконструированного и построенного в России Борисом Семеновичем Якоби.

Его двигатель питался от батареи гальванических элементов Грове — стеклянных банок, наполненных азотной кислотой, с цинковым и платиновым электродами.

Борис Семенович Якоби (Мориц Герман) родился в Потсдаме и окончил Геттингенский университет по специальности архитектура. Однако, переехав в Россию, он, не колеблясь, принял предложение Петербургской Академии наук участвовать в комиссии по «исследованию электромагнитных притяжений и законов намагничивания железа».

В отличие от многих иных иностранцев Якоби сразу и навсегда связал свою судьбу с Россией. Он женился на русской — Александре Григорьевне Кохановской, сменил имя и принял русское подданство. По его словам, он всю свою жизнь отдал служению России, которую считал «вторым отечеством, будучи связан с ним не только долгом подданства и тесными узами семьи, но и личными чувствами гражданина». Так отвечал он на неизбежные вопросы со стороны властей к натурализовавшемуся иностранцу.

В Петербурге Якоби встретился с Ленцем, Это был счастливый случай в жизни обоих. Связанные дружбой, ученые много лет совместно трудились в новой, развивающейся области науки об электричестве. Ленд, как сказали бы мы сегодня, был теоретиком. Якоби — практиком, очень изобретательным человеком и опытным экспериментатором.

Казалось, после такого блестящего начала, каким явилось испытание электродвигателя на Неве, от Якоби следовало бы ожидать дальнейшего совершенствования своего детища. Тем более что слава о нем прокатилась по всей Европе. Однако, написав обстоятельную статью о конструкции, принципе действия своего двигателя, Якоби проанализировал его экономическую эффективность и пришел к выводу о нецелесообразности его применения в существовавших условиях. Паровые машины были пока впереди.

Позже, занимаясь поисками более надежных источников питания для электрической машины, Якоби обратил внимание на то, что слой меди, оседающий на одном из электродов, нарастает исключительно равномерно, в точности повторяя, как негатив " все неровности и царапины на поверхности электрода. При этом осажденный слой

довольно легко отдирался от электрода тонким листиком.

В практическом уме изобретателя созрело решение: он снял медную табличку с двери — на ней стояло его имя — и сунул в банку вместо одного из электродов. Через некоторое время Якоби получил точный негатив. Тогда он взял тяжелый медный пятак — и снова получил его оттиск. Чудесное и очень своевременное открытие! В России готовилась реформа перехода на денежную систему ассигнаций взамен кредитных билетов. Но дело затягивалось в связи с изготовлением точных клише, которые бы не могли подделать фальшивомонетки.

В том же году в Петербурге Якоби организовал первую мастерскую гальванопластики. В заказах недостатка не было: статуи для Зимнего дворца и Исаакиевского собора, барельефы для Большого театра в Москве, для Петропавловского собора и многих других зданий. Более сорока пудов благородного металла израсходовано на золочение медных листов для строящегося Исаакиевского собора.

Чтобы познакомить со своим изобретением европейских ученых, Якоби сделал гальванопластическую копию с металлической, пластины, на которой было выгравировано: «Фарадею от Якоби с приветом». И послал копию в Англию. Фарадей тут же ответил: «Меня так сильно заинтересовало Ваше письмо и те большие результаты, о которых Вы даете мне такой обстоятельный отчет, что я перевел его и передал почти целиком, издателям „Философический мэгэзин“ в надежде, что они признают новости важными для своих читателей».

И Фарадей не ошибся. На Западе заинтересовались русским изобретением, и гальванопластические мастерские стали возникать во всех странах.

Якоби создал ряд приборов, в которых так нуждалась современная ему наука. Он изобрел и построил кабельные телеграфные линии в Петербурге (Зимний дворец — Главный штаб, Зимний дворец — Главное управление путей сообщения и публичных зданий, Петербург — Царское Село).

Во время Крымской войны ученый разработал способ электрического подрыва мин.

Борис Семенович был примерно трудолюбив. Вся его жизнь без остатка заполнялась работой во славу России.

В 1845 году немецкий физик Франц Нейман теоретически обобщил результаты опытных работ Фарадея и Ленца, а другой ученый — Густав Теодор Фехнер, физик, физиолог и философ, попытался распространить на явление электромагнитной индукции теорию Ампера. Третью попытку построить теорию электричества и электромагнетизма в том же 1845 году предпринял профессор Лейпцигского университета Вильгельм Эдуард Вебер. Все они старались создать математический фундамент теории электромагнитных взаимодействий. Однако удалось это лишь Джеймсу Клерку Максвеллу в начале второй половины века.

Первую статью, «О фарадеевских силовых линиях», Максвелл написал еще студентом Кембриджского университета. Автору шел всего двадцать четвертый год...

Вот его портрет: среднего роста, темноволос. Живые карие глаза. Очень подвижен и вместе с тем немногословен, но когда начинает говорить, то манера дружелюбная, хотя его юмор не всегда и не всем понятен. Чрезвычайно любознателен, даже в самых обычных явлениях умеет видеть интересные проблемы, при этом всегда четко ставит задачу. Чужд всякой позы и крайне прост во всем, что касается собственной внешности. Нестандартный набор качеств для британского джентльмена эпохи королевы Виктории.

Английские физики, как и большинство европейских ученых того времени, были уверены в том, что все физические явления можно и должно объяснять законами чистой механики. Между тем электромагнитные феномены механическим объяснениям не поддавались. Тогда ряд ученых обратился к позитивизму. Кирхгоф, например, призывал, «не заботясь о сущности вещей и сил, составлять уравнения, которые, будучи свободными от гипотез, по возможности точно соответствовали бы миру явлений». Максвелл в раннем периоде также избегал высказывать какие-либо гипотезы об истинном механизме рассматриваемых им внутренних процессов. Он строит, по его словам, подходящие иллюстративные математические модели. И считает, что удачно подобранная аналогия

может дать толчок к созданию математических формулировок, достаточно хорошо описывающих интересующие исследователя физические явления<sup>28</sup>. Можно только удивляться тому, что Максвелл вывел свои уравнения с помощью логических рассуждений из сложной модели с вращающимися вихрями в качестве магнитных сил. Эти силы передавались у него частицами, игравшими роль шестеренок в зубчатой передаче. А сама зубчатая передача являлась аналогом электрического тока<sup>29</sup>.

Подведя итоги рассуждениям, Максвелл отбросил большую часть этого придуманного механизма. В результате осталась чистая теория.

В 1873 году на прилавках книжных лавок появился «Трактат об электричестве и магнетизме» Максвелла. Однако читателей ожидало разочарование. Книга оказалась очень сложной. Автор тысячестраничного «Трактата» считал, что, иллюстрируя электромагнитные явления, обладающие малой наглядностью, с помощью понятных механических моделей, он сделает свои математические формулировки более доступными. На самом же деле механические модели лишь затрудняли понимание всей теории.

Одна из глав «Трактата», а именно 9-я глава IV части, называется «Основные уравнения электромагнитного поля». Однако уравнения Максвелла, по сути своей, являются скорее аксиомами электродинамики. Они сформулированы на основе всего доступного в те годы автору опытного материала, но ни в коем случае не «выведены» из опытных данных математическим путем. Ни одной минуты Максвелл не пытался строить гипотез о внутреннем микроскопическом механизме электрического поля. В соответствии с традицией европейской физики, заложенной Ньютоном, он принимал электромагнитное поле как данность и рассматривал механическую сторону электромагнитных процессов.

Позже Генрих Герц писал: «Теория Максвелла — это уравнения Максвелла». Трудно представить, что четыре уравнения, четыре аксиомы, введенные гением Максвелла в арсенал науки, за сто лет не были опровергнуты или хотя бы опротестованы ни одним фактом, ни единым проявлением электромагнитного поля, которые накопились с тех пор в бесконечном реестре физиков. Предложенные в середине прошедшего столетия, они в употреблении и сегодня.

Всю жизнь Максвелл, довольно замкнутый человек, не стремившийся распахивать свою душу перед посторонними, любил стихи. Он не только любил их читать, но писал и сам. В этом не было ничего удивительного — в XIX веке многие баловались рифмой. Стихи Максвелла довольно часто публиковались, правда в основном на страницах научных и научно-популярных журналов. Может быть потому, что их читатели могли не только понять смысл и оценить художественные достоинства, но и расшифровать авторскую подпись. Максвелл подписывался псевдонимом —  $dp/dt$ .

Расшифровывается это выражение довольно своеобразно. Дело заключалось в том, что в учебнике физики, написанном друзьями Максвелла — Вильямом Томсоном и Питером Тэтой, второе начало термодинамики, то самое, что не позволяет построить вечного двигателя «второго рода», записывалось в виде:  $dp/dt = JCM$ , Поскольку знак равенства делает обе части уравнения равноправными, James Clerc Maxwell — Джеймс Клерк Максвелл вполне имел право взять в качестве подписи левую часть, если в правой оказывались его инициалы.

## Глава 4

---

<sup>28</sup> См.: Дорфман Я.Г. Всемирная история физики. М., 1979, с. 91

<sup>29</sup> См.: Томсон О. Дух науки. М., 1970, с. 29

## «Русский свет»

«Применение электрической энергии в России за последние годы значительно развилось, электротехническая же промышленность в ней до последнего времени находится в младенческом возрасте». Это строчки из толстой книги профессора Артура Вильке «Промышленность и техника», том III (Спб., 1904).

Действительно, в начале XX века в Петербурге, а потом в Петрограде электротехнической промышленности почти не было. И вместе с тем в городе работало около 200 электрических станций! Не удивляйтесь. Я не напутал. Подчас такая электростанция обеспечивала энергией всего один дом. Хорошо, если это был завод. Но нередко электрические машины жужжали в подвалах частных особняков.

Но продолжим цитирование труда профессора Вильке. Человек он был знающий, книжку составил неплохую и, скорее всего, правдивую. Как же описывает он состояние российской электротехники?

"...Понятно, что при существовании стольких применений является громадный спрос на разного рода электромашины, электрические провода и вообще всякие электротехнические принадлежности. Этому спросу русские заводы удовлетворить не могут, и он удовлетворяется преимущественно иностранными заводами, имеющими в России своих представителей.

Однако некоторые производства достигли и в России довольно высокой степени развития. Таково, например, производство изолированных кабелей и проводников. В Петербурге и Москве, главным образом, имеется ряд кабельных заводов, изготовляющих всевозможные сорта кабелей и проводов, ничуть не уступающих иностранным. Из этих заводов самые крупные — фирма Сименс и фирма Рибен...

Однако русские заводы не в силах удовлетворить спросу на кабели и проводники, и значительная доля их получается из-за границы...

Много более или менее крупных заводов и мелких мастерских приготавливают разного рода мелкие приборы, требуемые при электрических установках, как-то: предохранители, выключатели, реостаты, патроны для ламп и т. д., а также арматуру для ламп. Однако они еще не удовлетворяют спросу на такие предметы, и огромное количество их ввозится из-за границы.

Точно так же не приготавливаются в России электрические измерительные приборы и электрические счетчики...

Калильные лампы в России совсем не фабрикуются. Устраивавшиеся для этой цели русские заводы не выдерживали конкуренции иностранных и быстро закрывались...

Дуговые лампы строятся некоторыми заводами, главным образом фирмой Сименс и Гальске, но все же большинство их получается из-за границы...

Что касается электромашин, т.е. динамо-машин, электродвигателей и трансформаторов, то в России производства их почти не существует. Единственный завод Сименс и Гальске в Петербурге готовит их в сколько-нибудь значительном числе. Этот завод, являющийся самым большим электротехническим заводом России (до 150 служащих), выпускает ежегодно динамо-машин и двигателей общей мощностью до 6000 киловатт..."

Пожалуй, достаточно. Картина весьма впечатляющая для характеристики, особенно если учесть, что здесь ничего не выдуманно. Это свидетельство современника о стране, где огромное количество изобретений русских инженеров и электротехников могло бы составить мировую славу.

Несмотря на отставание, столь красочно описанное профессором Вильке, именно в области электротехники русская инженерная мысль в конце XIX столетия добилась особенных успехов. В 50-х годах интерес общественности стали привлекать опыты с электрическим освещением дугой, открытой В.В. Петровым. Уже в 1849 году на петербургских улицах вспыхнули первые рукотворные звезды, демонстрируя жителям столицы свой нестерпимый блеск. Конечно, это были пока только кратковременные

демонстрационные, опыты.

В первых лампах угли быстро сгорали, и дуга разрывалась. У каждого фонаря приходилось ставить человека, вручную сближавшего электроды по мере их сгорания. Поэтому был необходим автоматический регулятор. Над решением этой проблемы упорно работали изобретатели в разных странах. И вот в 1855 году в иностранных журналах появилось сообщение о создании негаснущей дуговой лампы — «электрического солнца» русским изобретателем Александром Шпаковским, преподавателем физики Павловского кадетского корпуса.

Летом следующего года десять «электрических солнц» Шпаковского устанавливаются на площади перед Лефортовским дворцом в Москве. Там должен был состояться торжественный прием по случаю коронации Александра II. После окончания торжеств подполковник Шпаковский показал невиданный дотоле осветительный прибор своим воспитанникам-кадетам, вызвав их откровенный восторг.

В лаборатории корпуса Александр Ильич плавил в нестерпимо жарком пламени дуги различные металлы, однажды даже сжег алмаз... Затаив дыхание, следили зрители за увлекательными экспериментами. Вот только кончились они печально. Увлеченный происходящим, Александр Ильич нечаянно взялся обеими руками за оголенные токонесущие проводники и получил сильнейший электрический удар. Ладони рук и пальцы обгорели едва не до костей. Экспериментатор долго болел. Да и поправившись, до конца своей жизни уже далеко не с той ловкостью мог работать руками. Однако изобретательство он не оставил, лишь перешел к другим отраслям техники. Поражаешься сегодня широте его интересов. Шпаковский занимался кроме изобретения электротехнических приборов конструированием сигнальных фонарей для флота, паровых котлов и пожарных локомотивов, а также всевозможных насосов. Он изобрел паровую форсунку и много сделал для внедрения в практику жидкого топлива для паровых котлов — нефти и мазута. Шпаковский был пионером научной фотографии в России и, выйдя в отставку, занимался в Кронштадтских минных мастерских ракетными составами и порохами.

Среди технической интеллигенции Петербурга он был уважаемым человеком. В 1880 году, когда в Русском техническом обществе открылся VI (электротехнический) отдел, он был избран в него наряду с самыми видными электриками России — Чиколевым, Лачиновым, Яблочковым и другими.

В том же году во время испытаний самодвижущейся мины произошел внезапный взрыв устройства. Изобретателя тяжело контузило. Он не мог стоять на ногах, поскольку был поврежден центр равновесия в организме. Правда, с помощью матросов он еще некоторое время пытался подходить к верстаку и рабочему столу, но здоровье оказалось окончательно подорванным. Через год Александр Ильич Шпаковский скончался в госпитале, не оставив после себя даже минимальных средств, необходимых для похорон.

27 мая 1872 года в Петербурге состоялось первое публичное заседание Русского физического общества. Вместе с профессорами университета — Дмитрием Ивановичем Менделеевым, Федором Фомичом Петрушевским, а позднее и Александром Степановичем Поповым — в организации этого общества, сыгравшего такую видную роль в становлении и развитии русской физики, принимал деятельное участие выдающийся физик и электротехник Дмитрий Александрович Лачинов. Прекрасный, душевный человек, очень отзывчивый, по свидетельствам современников, товарищ, остроумный собеседник недюжинного ума, он очень скоро стал настоящей душой небольшого, но дружного кружка петербургских физиков. Лачинов, по словам его многолетнего ассистента и близкого друга Г.А. Любославского, «вне своих научных занятий... всегда являлся живым, бодрым, впечатлительным человеком, любящим общество, музыку, спорт. Куда бы он ни появлялся, всегда и неизменно... вносил своим появлением оживление».

Поступив по окончании университета в Земледельческий институт (позже — Лесной), Лачинов прежде всего реорганизовал и переоборудовал физическую лабораторию. Темой своих опытов и самостоятельных работ выбрал исследование

электрической дуги. В то время впервые осветительные приборы, изобретенные Лодыгиным и Яблочковым, были уже мировой сенсацией. В Англии организовали даже специальную парламентскую комиссию для сравнения достоинств газового и электрического освещения.

В Петербурге в этот период создавался первый русский электротехнический журнал «Электричество». И первый номер его, вышедший в 1880 году, открывался статьей Д. А. Лачинова «О результатах, добытых английской парламентской комиссией по электрическому освещению». Дмитрий Александрович подробно информировал русских читателей о признании английскими учеными бесспорного преимущества перед газовым освещением «русского света», который давали удивительные дуговые свечи изобретателя Павла Яблочкова.

Перед электриками всего мира в полный рост вставала проблема передачи энергии на расстояние. Здесь уместно напомнить, что с увеличением длины проводов растет их сопротивление, а следовательно, увеличиваются и потери мощности на нагревание самой линии передачи. И к потребителю в конце линии приходит значительно меньшая мощность. Единственный способ уменьшить потери инженеры видели в увеличении толщины проводов. Но это упиралось в экономическую нецелесообразность таких линий.

В 1874 году после серии опытов изобретатель, артиллерийский офицер Федор Аполлонович Пироцкий сформулировал новые условия для дальнейшей передачи. Он писал: «При малом же внутреннем сопротивлении в машинах они могут действовать лишь при малом только внешнем сопротивлении, т.е. при недлинной проволоке». Получалось, что для обеспечения дальних передач нужно было уменьшить ток во внешней цепи. Но как? Пироцкий найти решения не сумел и стал заниматься опытами по передаче электроэнергии по рельсам железных дорог. Тогда за разработку этой важнейшей проблемы времени взялся Лачинов. В сравнительно небольшой статье, напечатанной в журнале «Электричество», он изложил свои выводы. Это была серьезная, основополагающая работа, выполненная на высоком научном уровне. Дмитрий Александрович рассмотрел практически все основные вопросы, касающиеся современной ему теории электрогенераторов, двигателей и линий передач. Согласно выводам Лачинова, при увеличении сопротивления проводов, то есть с ростом длины линий передачи, для сохранения коэффициента полезного действия следовало увеличивать скорость вращения машин как на передающем, так и на приемном концах линии. Увеличивать скорость пропорционально корню квадратному из сопротивления. Он писал: «Если, например, увеличим (сопротивление проводов — А.Т.) в 100 раз, то при передаче того же числа лошадиных сил скорость будет десятерная». И тут же в примечании добавлял: «...а сила тока одна десятая первоначальной». При увеличении скорости вращения якорей генераторов, понятно, росла их электродвижущая сила. Так был сформулирован основной принцип передачи электроэнергии на большие расстояния — линии должны быть высоковольтными. К сожалению, должной оценки его труды не получили. Идеи линий передачи электроэнергии на большие расстояния были злободневны. Эту задачу решали в разных странах, в Америке ею занимался Эдисон, в Германии — служащий фирмы «Сименс — Гальске» некто Оскар Фрелих, во Франции — Марсель Депре...

На Мюнхенской электротехнической выставке в 1882 году Депре построил и демонстрировал первую в Европе силовую электропередачу Мисбах — Мюнхен, передававшую энергию на расстояние 57 километров по обыкновенной телеграфной проволоке. Это достижение произвело впечатление. Теперь можно было сказать, что электричество шло не только на смену громоздкой и неэкономичной паровой машине, оно давало возможность в будущем использовать огромные запасы низкосортного топлива, до того понапрасну пропадавшего вдалеке от промышленных центров. Скрытая энергия могла по проводам доставляться куда нужно. Мало того, электрические машины-генераторы вкупе с линиями передачи позволяли приступить к использованию энергии горных рек и водопадов. Перспективы открывались головокружительные, если бы... Ах, это «если»! Как оно мешает всегда непрерывному движению прогресса в любой

отрасли...

Дело заключалось в том, что высокое напряжение в линии было опасно для людей и неудобно для техники. Оно требовало улучшения изоляции и осторожности в обращении. Высокое напряжение, столь необходимое для экономичной передачи, у потребителя надо было снижать, этого требовала вся прикладная электротехника. Но как это делать, никто не знал.

Рассказывая о судьбе Дмитрия Александровича Лачинова — одного из первых русских теоретиков новой науки электротехники, я лишь упомянул об изобретении осветительных приборов. Однако их история заслуживает более подробного рассказа. Именно электрическое освещение на первых порах стимулировало совершенствование электрических машин. Та же причина заставила впервые заговорить о централизованном производстве электроэнергии, о создании «фабрик электричества».

Мечта использовать электричество для освещения родилась в тот самый момент, когда в «темном покое» Петербургской медико-хирургической академии под руками Василия Петрова вспыхнула первая дуга. А когда изобретатели познакомились с тепловым действием тока, создание электрического освещения превратилось для многих в навязчивую идею.

Темным осенним вечером 1873 года петербуржцы спешили на Пески (ныне район Советских улиц). Ожидание неизвестного, почти чуда, волновало людей. Вот уже несколько дней, как бригада рабочих под руководством высокого, статного господина в инженерной фуражке вела какие-то работы. Заменяли керосиновые лампы в двух фонарях на пузырьки, подводили к ним провода от громоздкой машины.

Знаток охотно растолковывали суть происходящего: «Керосиновое освещение сравнить с электрическим станут»... В Петербурге рано смеркается осенью. Многие из собравшихся спотыкались о провода, которые лежали прямо на панели. Плотный господин в инженерной фуражке бранился в усы. Вот он полез по лестнице к одному из фонарей, что-то там прикрутил и махнул рукой. Застучала паровая машина. Движение от ее маховика передавалось ременной передачей на «световую машину». Где-то затрещали искры, и вдруг пузырьки на столбах вспыхнули ярким, ослепительным светом... Люди вынимали из карманов припасенные газеты, сравнивали, на каком расстоянии от старого и от нового фонаря можно разобрать буквы. Шум воцарился необыкновенный... Наконец вспомнили об изобретателе и кинулись поздравлять: «Господин Лодыгин, это восхитительно! Господин Лодыгин, это необыкновенно!» Через полчаса свет погасили, и организаторы испытаний поехали пить шампанское.

В кругу друзей Лодыгин рассказывал, как однажды, спроектировав изображение «вольтовой дуги» на экран (именно так в ту пору называлась дуга Петрова), он обратил внимание на то, что свет исходит лишь от самых кончиков углей. «А что, ежели раскалить весь уголь?» — подумал он. Так ему в голову пришла мысль об использовании света раскаленного угля, а не дуги. Чтобы уголь не перегорал, Александр Николаевич заключил его в герметическую стеклянную колбу. «Как только весь кислород выгорит, — рассуждал он, — так уголь перестанет разрушаться». С этой идеи и начались его поиски, опыты и пробы.

В 1874 году Александр Николаевич Лодыгин получил привилегию на производство ламп своего изобретения и организовал товарищество. Правда, капитал составлял всего 10 тысяч рублей. С такими средствами выдержать конкуренцию иностранных фирм было невозможно. И через год с небольшим «Товарищество электрического освещения А.Н. Лодыгин и К<sup>о</sup>» потерпело крах. Председатель его вынужден был поступить на работу в Арсенал слесарем.

Другой выдающийся русский электротехник Петр Николаевич Яблочков поразил мир, представив на Лондонской выставке физических приборов в 1876 году удивительную электрическую «свечу» своего изобретения. Она стала подлинным гвоздем программы выставки. А год спустя предприимчивый француз Денейруз добился разрешения на учреждение акционерного общества, в котором предложил Яблочкову солидный пакет акций. Скоро матовые колпаки, в которых блистали нестерпимым

блеском «свечи Яблочкова», украсили улицу и площадь Оперы. Из Парижа «русский свет» шагнул в другие города, пересек границу. «Из Парижа электрическое освещение распространилось по всему миру, — писал сам Яблочков, — дойдя до дворца шаха персидского и короля Камбоджи». Русский изобретатель стал европейской знаменитостью.

А начинал он трудно. Выходец из семьи обедневшего дворянина, Павел Яблочков с детства проявлял склонность к изобретательству и конструированию. Он учился в гимназии, потом в Инженерном училище, откуда в чине подпоручика был направлен на службу в саперный батальон. Однако пятнадцати месяцев службы в гарнизоне Киевской крепости вполне хватило, чтобы отбить у молодого человека всякую охоту к военной службе. И Яблочков «по болезни» выходит в отставку. Он мечтал заняться электротехническими опытами, но не хватало образования. И он сам понимал это. В то время в России было единственное электротехническое учебное заведение, основанное по инициативе академика Бориса Семеновича Якоби, — Техническая гальваническая школа, которая готовила специалистов по минной электротехнике. Но принадлежала она инженерному ведомству и вход в нее для гражданских лиц был закрыт. Тогда Яблочков снова возвращается на действительную службу и добивается направления в школу.

Год учебы, и снова саперный батальон, и чисто административные обязанности заведующего оружием. Павел Николаевич понимал, что именно в армии электричество имеет огромные перспективы. Но рутинная обстановка, консерватизм и застой гарнизонной жизни не давали никакой надежды на перемену обстановки. И, отслужив положенный год, Яблочков окончательно покидает службу.

Он получает должность начальника телеграфа Московско-Курской железной дороги, но все его помыслы и устремления направлены на реализацию всевозможных электротехнических изобретений, проекты которых теснятся у него в голове. Однако изобретательская деятельность требует средств. Яблочков влезает в долги. И когда они перерастают его финансовые возможности, решает уехать в Америку.

Впрочем, до берегов Нового Света он не добрался и осел в Париже. Его преследует мысль об упрощении существующей системы электрического освещения дуговыми лампами — освободить светильники от громоздких, сложных, а следовательно, и дорогих автоматических регуляторов...

Легенда рассказывает, что однажды в небольшом парижском кафе Павел Николаевич положил рядом два длинных карандаша. Положил просто так, без определенной цели. Он их сдвинул, подровнял так, чтобы очиненными концами они смотрели в одну сторону, и вдруг понял, что перед ним — модель дуговой свечи, для которой не нужен никакой регулятор. В марте 1876 года Павел Яблочков получил французский патент на новый источник света — электрическую свечу без регулятора. Успех этого простого до крайности прибора превзошел все ожидания. В апреле физик Ниоде рассказал о свече Яблочкова на заседании во Французском физическом обществе. Фирма Бреге, в которой Павел Николаевич работал с момента поселения в Париже, отправила его в Лондон на выставку учебных пособий, где он был представителем фирмы. И здесь, на выставке, широкая публика впервые увидела «электрическую свечу Яблочкова», которую тут же окрестили «русским светом». О новом изобретении заговорили, им заинтересовались. Во Франции возникла компания по эксплуатации «свечи», которая получала огромные прибыли. Яблочков стал богат.

Внедрение в практику электрического дугового освещения дало мощный толчок к развитию и другой, сопутствующей техники. Возникший спрос на «световые машины» быстро продвинул совершенствование электрогенераторов. Чтобы замедлить сгорание углей, Яблочков перевел питание свечи на переменный ток. Теперь они сгорали равномерно. А на машины переменного тока, которые до того никому не были нужны, неожиданно возник громадный спрос.

Нужно было найти способ «дробления света», и Яблочков разрабатывает системы распределения тока с помощью индукционных катушек и конденсаторов. Дела его шли поистине прекрасно. Лучшего не стоило и желать...

Но Павел Николаевич страстно желал возвратиться на родину. Он хотел взять реванш за постигшие его неудачи. Став богатым человеком, Яблочков решил выкупить свои привилегии у компаньонов и создать товарищество в России. В конце концов, это ему удалось. Он вернулся без денег, но зато единственным хозяином своего изобретения. Вот как описывает его возвращение Владимир Николаевич Чиколев: «Он поселился в роскошных апартаментах „Европейской гостиницы“, и кто только не бывал у него: светлости, сиятельства, высокопревосходительства, превосходительства без числа, городские головы... Яблочкова всюду приглашали на расхват, везде продавались его портреты, в газетах и журналах ему посвящались сочувственные, а иногда и восторженные статьи...»

Наконец круг пайщиков был определен, капитал собран и было учреждено товарищество «Яблочков-изобретатель и К°». Мастерские стали в большом количестве изготавливать и выпускать осветительные приборы его конструкции. К Яблочкову перешел на работу Лодыгин. В мастерских собралось немало по-настоящему талантливых инженеров и техников. Не было только финансистов среди них...

Скоро дела товарищества стали прихрамывать. После Парижской выставки 1881 года, где были выставлены первые лампы накаливания, Яблочков вдруг сам понял, что его путь неверен. И охладел к идее. А это обстоятельство немедленно привело компанию к гибели.

В 46 лет Яблочков тяжело заболел и переехал в свое запущенное имение в Саратовской губернии, но наладить там хозяйство не сумел. За два года до смерти он писал: «Проработав всю жизнь над промышленными изобретениями, на которых многие люди нажились, я не стремился к богатству, ко я рассчитывал, по крайней мере, иметь, на что устроить для себя лабораторию, в которой я бы мог работать не для промышленности, ко над чисто научными вопросами, которые меня интересуют. И я, возможно, принес бы пользу науке, как я это сделал для промышленности. Но мое необеспеченное состояние заставляет оставить эту мысль... Я в настоящее время имею на личном счету только нищету, грудную болезнь... Вот мой баланс за 17 лет работы...»

Не лучше сложилась судьба и у Лодыгина. Он уехал в Париж, где поступил на работу на ламповый завод. Позже перебрался в Америку. В 1906 году вернулся в Россию, но не прижился на должности заведующего трамвайной подстанцией и снова уехал. Умер он за границей в неизвестности.

Проблему «разделения электрического тока», или «дробления электрического света», удалось решить талантливому конструктору и большому специалисту в области новой техники Владимиру Николаевичу Чиколеву. Он начинал свою работу в ту пору, когда так называемая электротехника сильных токов только начинала свое развитие. Чиколев еще в 1869 году сконструировал очень удачную дифференциальную систему регулирования дуговых ламп, при которой обеспечивалась автономная стабилизация режима для каждой лампы, независимо от того, сколько их включено в цепь.

Дело в том, что, поскольку для горения дуги требовалось напряжение 35-55 вольт, а генератор давал примерно 100-110 вольт, в одну цепь включались две-три дуги последовательно. Но в этом случае стоило погаснуть одной из них, как переставали работать и другие. Дифференциальный регулятор Чиколева позволял обойти эти трудности. Дуговые источники с регуляторами Чиколева нашли широкое применение в прожекторах. Эти работы Владимира Николаевича остались основополагающими в теории и широко применялись на практике.

Чиколев, как и другие русские ученые, много времени и сил отдавал общественной и популяризаторской деятельности. Он читал лекции, составлял справочники и инструкции по электротехнике и освещению, был первым редактором журнала «Электричество». Владимир Николаевич считал, что электричество облегчит участь рабочего человека, избавит его от изнурительного физического труда. В своей популярной книге «Не быль, но и не выдумка» он писал: «Не мы ли должны поощрять, указывать, настаивать на употреблении и развитии всех тех применений электричества, которые замещают рабов, которые уменьшают страдания рабочих».

В 1898 году во время поездки на дрезине он попал в аварию. Умер Чиколев в возрасте 53 лет.

Большие заслуги в области прикладной электротехники принадлежат Николаю Николаевичу Бенардосу и Николаю Гавриловичу Славянову. Более старший по возрасту, Бенардос обладал великолепным талантом изобретателя. Ему принадлежат более 100 изобретений в различных отраслях техники. Главным среди них и любимейшим являлась, несомненно, дуговая сварка.

Николай Николаевич работал над изобретением аккумуляторов для электрического освещения, когда ему в голову пришла идея «способа соединения и разъединения металлов непосредственно действием электрического тока», названного им «электрогефест». Небогато оборудованная мастерская Бенардоса, где он работал, помещалась в небольшом здании фабричного типа. Посетивший ее Д.А. Лачинов перечислял: паровая машина мощностью 20-23 лошадиные силы, которая приводила в действие электрический генератор; параллельно генератору изобретатель подключил батарею из 200 аккумуляторных банок собственной конструкции. Они работали в качестве буфера, принимая на себя резкие толчки при изменении тока. Три сварочных поста, снабженные всем необходимым оборудованием, были смонтированы в мастерской. «Самый опыт, — пишет Лачинов, — производит необычайное впечатление на неподготовленного зрителя. Допустим, что спаиваются два железных листа встык: сложив их краями, мастер берет паяльник в руку и прикасается им ко шву. В то же мгновение из угля со взрывом вырывается голубоватая вольтова дуга более сантиметра толщиной, окруженная широким желтым пламенем и по временам достигающая 5-6 сантиметров длины (2, 5 дюйма). Управляемая рукою мастера, дуга начинает лизать линию спайки; то место, к которому она прикоснулась, мгновенно плавится, испуская ослепительный свет и разбрасывая снопы искр, причем жидкое железо протекает в скважину между листами и соединяет их. Таким образом мастер проводит дугою вдоль всего шва, который предварительно посыпает мелким песком, служащим для растворения окалины... Вообще, что касается применений „электрогефеста“, то они так разнообразны, что трудно высказать о них даже догадки. На первый раз, по-видимому, напрашивается применение этого способа к изготовлению паровых котлов не клепаных, а паяных, к починке котлов и частей машин на месте, далее — к соединению между собою судовых частей, наконец, быть может, к устройству орудийных станков, если не самих орудий... В настоящее время идет речь о том, нельзя ли изготовить кавказский нефтепровод при помощи „электрогефеста“...» Прекрасное предвидение! Много из того, о чем говорил Д. А. Лачинов, было осуществлено спустя полвека.

Имя Бенардоса получает широкую известность не только в России, но и за границей. В Петербург приезжают инженеры и ученые из разных стран, знакомятся с его изобретением. На предложенный им способ сварки он получает патенты кроме России еще во Франции, в Бельгии, Великобритании, Италии, Германии, Швеции, Норвегии, Дании, Испании, Швейцарии, Австро-Венгрии и Америке.

А изобретатель тем временем работает сначала на заводе Русского электротехнического общества, созданного Яблочковым, потом на заводе товарищества «Электрогефест», членом которого был и он сам. Бенардос разработал и предложил множество способов сварки, в том числе и сварку металлическими электродами на переменном токе, несколько систем сварочных автоматических устройств. Многие его идеи опередили свое время и были реализованы значительно позже.

На IV Электрической выставке в 1892 году Николай Николаевич Бенардос был удостоен высшей награды Русского технического общества — золотой медали. А в 1899 году Петербургский электротехнический институт присвоил ему звание почетного инженера-электрика.

25 августа 1891 года в Петербурге была выдана привилегия № 87 на электрическую отливку металлов, В заявке говорилось: «...одним или обоими электродами служат при этом стержни из самого материала, предназначенного к отливке или для заливки раковин и проч...Материалом отливки по предлагаемому способу может служить всякий

металл или сплав, который должен быть изготовлен в форме более или менее длинных стержней... разной толщины, в зависимости от силы употребляемого тока и от величины отливаемой вещи. Эти стержни представляют один из электродов автоматически регулируемой вольтовой дуги, действием которой они быстро расплавляются...»

Привилегия выдана на имя горного начальника оружейного завода в Мотовилихе Николая Гавриловича Славянова. Главное отличие предложенного им способа заключалось в том, что металлы, нагреваемые электрической дугой, не непосредственно соединяются в шов, а заливаются жидким металлом.

Служебное положение Славянова позволяло ему вести работы по своему способу сразу же в большом масштабе и для самых разнообразных целей. На подчиненном ему заводе была организована специальная электролитная фабрика, вполне удовлетворительно оснащенная по возможностям своего времени.

Славянов также получил патенты на свой способ «электрической отливки» металлов кроме России еще и во Франции, в Англии, Германии, Австро-Венгрии, Бельгии. Он написал книгу «Электрическая отливка металлов.»

В свое время оба изобретателя были соперниками в прикладной электротехнике. И тот и другой работали над сходными проблемами. Труды Н.Г. Славянова также получили медаль и почетный диплом на той же IV Электрической выставке в 1892 году, что, конечно, не улучшило отношений между изобретателями.

Однако теперь, когда прошло уже много лет, оба имени — и Бенардоса, и Славянова — заняли подобающие им места в истории техники. Сварка по способу Славянова стала одним из основных технологических процессов современной промышленности. Советское правительство учредило в учебных заведениях, имеющих сварочную специальность, стипендию имени Н.Г. Славянова. И мы вправе гордиться обоими инженерами — пионерами электротехники, работавшими и творившими в нашей стране.

Мы уже говорили о нерешенной задаче понижения высокого напряжения у потребителя на конце линии. И здесь не последнюю роль сыграл русский физик...

В 1848 году известный французский механик Генрих Румкорф, занимавшийся в Париже изготовлением различных физических приборов, изобрел новый прибор. Он намотал на железный сердечник изолированной проволокой две обмотки. Одну — первичную — из толстой проволоки с небольшим количеством витков, другую — вторичную — из тонкой проволоки, но с очень большим количеством витков. К концам первичной обмотки он присоединил гальваническую батарею с прерывателем. А концы вторичной обмотки вывел к разряднику, состоящему из острия и диска. Как только по первичной обмотке из толстого провода начинал идти прерывистый ток, на концах вторичной обмотки возникало высокое напряжение, которое вызывало длинные голубые искры, с треском проскакивающие между острием и диском разрядника. Причем, чем больше витков имела вторичная обмотка, тем выше оказывалось на ней напряжение.

Индукционная катушка Румкорфа оказалась замечательным прибором для физиков. И ее автор получил денежную премию имени Вольты от Парижской Академии наук, хотя никакого особого изобретения тут не было. Ведь еще Фарадей, открывая закон электромагнитной индукции, использовал железное кольцо — сердечник с двумя обмотками. Замыкая и размыкая электрическую цепь в первой, он получал кратковременные всплески тока и во второй... Тем не менее индукционная катушка Румкорфа была признана самостоятельным, аппаратом и скоро стала непременным участником опытов с электричеством во всех странах.

В Московском университете на кафедре физики работал в конце века препаратором Иван Филиппович Усагин. Крестьянский сын, да еще и сирота, выученный из милости московским профессором физики Любимовым, он долгое время был лаборантом у профессора Столетова, усвоив от этого передового ученого много прогрессивных идей.

В 1882 году Усагин — уже заведующий физической мастерской университета. И вот тогда же, намотав на железный сердечник две обмотки и применив их для понижения и повышения напряжения, Иван Филиппович создал самый настоящий трансформатор. Он его успешно применил для устройства осветительной сети павильонов и территории

Всероссийской промышленно-художественной выставки в Москве и в заключение получил диплом, подписанный от имени жюри выставки профессором К.А. Тимирязевым: «За успешные опыты электрического освещения через посредство отдельной индукции и в поощрение дальнейшей разработки этого метода».

Диплом даром не пропал. Иван Филиппович доработал свое изобретение, усовершенствовал конструкцию. К сожалению, получение заграничных патентов было связано с денежными затратами, а средств на это Усагин не имел. Да и не думал он о получении привилегий. Вместо свидетельства у него в руках скоро оказался второй диплом — «За открытие трансформации токов», подписанный К.А. Тимирязевым, Н.Е. Жуковским и другими русскими учеными.

Работая на кафедре физики, Иван Филиппович Усагин всей душой сочувствовал выходцам из народа, рвавшимся к науке. Вот почему после Великой Октябрьской социалистической революции он сразу же вступил в партию большевиков и до самой смерти, последовавшей, к сожалению, уже в 1919 году, немало потрудился над тем, чтобы путь в науку сделать доступным для простых людей.

Изобретение И.Ф. Усагина за границей не было известно. И в 1884 году французский инженер Голард вторично открыл принцип трансформации и построил аппараты, весьма схожие с приборами Усагина. У конструкторов линий электропередачи появилась возможность осуществить передачу электрической энергии по проводам высоким напряжением и малым током. Это обстоятельство сразу выдвинуло переменный ток на передовые позиции. Но большинство фирм как в Европе, так и в Америке были заняты изготовлением приборов и аппаратов, работающих на постоянном токе. И вот среди капиталистических компаний разворачивается бешеная конкурентная борьба. Владельцы станций постоянного тока скупают за любые деньги патенты на трансформаторы и прячут их, стараясь похоронить это изобретение и не выпустить на арену переменные токи. Пропагандируются и гипертрофируются трудности создания двигателей на переменном токе. Принципиальные конструкции их существовали, но для широкого применения они не годились, поскольку не могли самостоятельно запускаться. Правда, венгерские инженеры М. Дери и О. Блатя предложили применять в сетях переменного тока коллекторные двигатели с последовательной обмоткой возбуждения, но они так искрили, что вызывали страх у эксплуатационников. Создалась ситуация, когда, казалось, все развитие электропривода зависит от создания переменного тока. Но когда жизнь ставит перед людьми задачу, она непременно решается. Так должно было быть и на этот раз.

В 1888 году почти одновременно на разных континентах состоялись два публичных выступления на одну и ту же тему — открытие вращающегося магнитного поля.

Еще Араго в свое время обратил внимание, что если вблизи от магнитной стрелки быстро вращать немагнитный медный диск, то стрелка тоже начинает вращаться. Объяснить это явление в то время никто не мог. И вот этот-то опыт и решил повторить профессор Галилео Феррарис из Турина, где он организовал первое в Италии электротехническое училище, в котором преподавал сам и вел научные изыскания. Изучив «эффект Араго», Феррарис пришел к заключению: в медном диске при вращении наводятся индукционные токи от намагниченной стрелки. Эти токи создают в свою очередь собственные магнитные поля, которые взаимодействуют с полем стрелки и увлекают ее за собой. Профессор Феррарис решает сделать все наоборот — крутить магнит, поставив рядом с ним медный диск. Сейчас нам кажется очевидным, что диск должен начать вращаться. Так и случилось.

Примерно тем же занимался и молодой сербский инженер Николай Тесла, работавший в лаборатории американской фирмы, заинтересованной в производстве аппаратуры переменных токов.

Следующие эксперименты развивались примерно по такому пути. Представим себе две катушки с одинаковым количеством витков. Оси их расположены перпендикулярно одна к другой. Если теперь пропустить по обеим катушкам переменный ток со сдвигом по фазе на четверть периода, то есть так, чтобы в то время, когда в одной катушке синусоида

переменного тока достигала своего максимума, в другой она проходила бы через ноль, то оба тока создадут вращающееся магнитное поле. Магнитная стрелка, помещенная внутри катушек, будет быстро вращаться, доказывая его существование.

Доктор Феррарис построил двигатель, поместив внутрь катушек медный цилиндр. Получил двухфазный двигатель с хорошим пусковым моментом.

Тесла исследовал различные схемы многофазных систем и также признал наиболее рациональной из всех двухфазную. Вот об этих-то работах и докладывали оба исследователя в разных концах земли.

Открытием вращающегося магнитного поля заинтересовались электрики всего мира.

В то же время в Германии руководители бурно развивающейся берлинской фирмы «АЭГ» рыскали по всей стране в поисках молодых талантов. Их внимание привлек скромный ассистент Дармштадтского высшего технического училища Михаил Осипович Доливо-Добровольский, из русских, приехавший в Дармштадт еще в 1881 году и окончивший то же училище. Молодой русский зарекомендовал себя серьезным исследователем в области электрохимии, а затем и общей электротехники. Он хорошо читал лекции и руководил практическими занятиями студентов. Собрав о нем необходимые сведения, руководство «АЭГ» предложило Доливо-Добровольскому пост-шеф-электрика фирмы. И Михаил Осипович соглашается. Голова его полна идей, интересных замыслов. В лаборатории развивающейся фирмы он сможет в лучшем виде добиться их осуществления.

Руководители «АЭГ» не просчитались. Уже в марте 1889 года Доливо-Добровольский делает патентную заявку на трехфазный асинхронный двигатель с коротко-замкнутым ротором, обмотка которого была выполнена в виде «беличьего колеса». Со свойственной ему глубиной Михаил Осипович рассмотрел результаты исследований Феррариса и пришел к выводу, что трехфазный ток будет работать лучше двухфазного. А затем нашел удивительно простое решение для конструкции двигателя. Причем конструктивное решение его оказалось настолько удачным, что все сразу же поняли — такой двигатель вполне может быть основой промышленного электропривода.

Некоторое время упорствовали американцы, не желая признавать изобретения Доливо-Добровольского. Фирма, в которой работал Тесла, построила по его системе Ниагарскую гидроэлектростанцию. Но и та вскоре была переоборудована на трехфазный ток. Интересно отметить, что в принципе современные асинхронные двигатели ничем не отличаются от конструкции, предложенной М.О. Доливо-Добровольским еще в конце прошлого века.

В течение следующих лет Михаил Осипович получает еще целый ряд патентов на машины и приборы трехфазного тока. В течение нескольких лет Доливо-Добровольский фактически разработал все основные элементы трехфазной системы переменного тока.

Он не являлся первооткрывателем новой системы, не претендовал и на первенство в области создания многофазных машин. Но никому больше не удалось предложить такие конструкции и схемы, которые явились бы оптимальным решением вопросов и породили бы столь долгоживущие машины. Михаил Осипович работал, учитывая требования эпохи, и его возможности были подкреплены самой развитой в то время германской электрической промышленностью. Так что можно сказать: он имел большие возможности для экспериментирования и реализации своих идей. Обладая глубокими знаниями, большим опытом, Доливо-Добровольский был невероятно работоспособен.

Его доклад «Современное развитие техники трехфазного тока», сделанный на Первом всероссийском электротехническом съезде в 1900 году, подвел итоги развития новой отрасли электротехники. Во время работы съезда ему официально предложили занять должность декана электромеханического отделения Петербургского политехнического института, готовившегося к открытию. И Доливо-Добровольский с радостью согласился, сообщив фирме о своем желании вернуться на родину. Но обострилась сердечная болезнь, и переезд все откладывался, пока не стало окончательно ясно, что он не состоится.

Последние годы жизни Михаил Осипович провел в Швейцарии. Он был поглощен идеями осуществления передачи электроэнергии на большие расстояния постоянным током высокого напряжения, поскольку на сверхдальних линиях возникающая между проводами емкость ограничивает применение для этой цели переменных токов.

В 1919 году М.О. Доливо-Добровольский скончался. Он был широко образованным человеком глубокого ума и твердого характера. Но при этом обладал еще и особой сердечностью, которая свойственна только действительно выдающимся людям. Именно таким был он — Михаил Осипович Доливо-Добровольский, инженер, крупный деятель мировой электротехнической науки.

## ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

### *Электрификация всей страны*

#### Глава 1

##### На подступах к ГОЭЛРО

Предприятия Сименса и Гальске, о которых шла речь в книге почтенного профессора Артура Вильке, были разбросаны по разным городам. Но самый большой Электротехнический завод в России (до 150 служащих) находился на Васильевском острове в Петербурге. Сначала это была просто мастерская по ремонту телеграфных аппаратов. Потом на заводе стали собирать динамо-машины. В 1911 году его перевели за Московскую заставу, и у него сменился владелец. Отныне это стало предприятие «Сименс и Шуккерт». Но работал завод по-прежнему на привозных германских полуфабрикатах, по немецкой документации, и руководили производством немецкие инженеры.

В 1914 году германский персонал выехал из страны. Материалы и полуфабрикаты перестали поступать на склады. Производство затормозилось, а потом и вовсе стало. Но Петроград жил. В городе совершались грандиозные политические события. Городу нужны были работающие заводы, трамваи, электрический свет. Завод передали в казну, и со всей остротой встал вопрос о собственных кадрах.

Не следует считать предреволюционную Россию совершенно отсталой страной, лишенной промышленности. Откуда бы взяться в таком случае русскому пролетариату — мощному революционному отряду трудящихся, совершившему Великую Революцию. Хорошо известны были в мире и русские инженеры. В стране существовали авторитетные учебные заведения с прекрасными педагогическими силами. Их было, наверное, и не меньше, чем в иной европейской стране. Другое дело — велика уж очень Россия. И то, чего на иную европейскую страну хватало с лихвой, нам было недостаточно. Большой стране много всего и нужно.

В начале XX века именно в России возникает проблема сооружения в городах крупных районных электростанций. Одиночные генераторы, разбросанные по городу, не могли обеспечить стабильное снабжение энергией и были нерентабельны. Нарождающийся «электрический мир» XX столетия требовал нового подхода к решению технических проблем городского хозяйства и промышленного обеспечения.

В 1893 году из-за границы в Петербург возвратился молодой энергичный русский инженер Роберт Эдуардович Классов. По окончании Петербургского технологического института он два года работал во Франкфурте-на-Майне, осуществляя постройку опытной линии трехфазного тока по проекту Доливо-Добровольского. Классов работал сначала монтером, а потом инженером и получил прекрасную практику.

В Петербурге он поступает электротехником на Охтинский пороховой завод. В то время он был оборудован множеством маломощных паровых машин, разбросанных по

большой территории. Эксплуатация их обходилась дорого и была нерентабельна. Владельцы завода предложили молодому инженеру разработать проект переоборудования всего электрохозяйства предприятия. С помощью В.Н. Чиколева Роберт Эдуардович прекрасно справился с задачей. Он не только составил проект, но и построил первую в России гидроэлектростанцию трехфазного тока, продолжая развивать идеи Доливо-Добровольского у себя на родине.

В то же время Классон вошел в кружок «Союза борьбы за освобождение рабочего класса», созданный и руководимый В. И. Лениным. На квартире у Роберта Эдуардовича часто проходили собрания петербургских марксистов.

Закончив работу на Охте, Р.Э. Классон получает приглашение стать техническим руководителем крупного акционерного «Общества электрического освещения 1886 г.». А ведь ему только-только исполнилось 30 лет. Общество имело свои отделения в разных городах России, и Классон с увлечением строит мощные электростанции трехфазного тока в Москве и Петербурге.

Затем он переходит на работу в другое акционерное общество — «Электрическая сила», которое занимается электрификацией бакинских нефтепромыслов. На Каспийском море Классон впервые в России применил в качестве линии передачи воздушную линию неслыханно высокого напряжения — в 20 тысяч вольт. Здесь он уже выступает в качестве директора акционерного общества. Однако, отказавшись предпринять репрессивные меры против вспыхнувшей в Баку всеобщей забастовки, он по требованию правительства увольняется и уезжает в Москву. По предложению все того же «Общества электрического освещения 1886 г.» занимается расширением Московской электростанции и переводом московской городской электросети на напряжение 6 тысяч вольт.

Все его работы отличались очень современным духом, проекты выполнялись на высоком уровне, в строительстве Классон требовал точности и четкости, которой он научился у Доливо-Добровольского в Германии. Он сам всегда чрезвычайно добросовестно относился к работе и неизменно ратовал за применение самых передовых технических идей и методов.

Примерно с 1907 года среди русских инженеров-электриков появляется еще одна очень заметная фигура — Глеб Максимилианович Кржижановский. Он — выпускник Петербургского технологического института, участник законспирированного кружка технологов-марксистов. Познакомившись с В.И. Лениным, Глеб Кржижановский участвует в организации петербургского «Союза борьбы за освобождение рабочего класса» и становится одним из ближайших друзей великого вождя мирового пролетариата.

Кржижановский, по воспоминаниям современников, небольшого роста, очень подвижный. Энергичное красивое лицо с выразительными, чуть навывкате карими глазами. Человек неиссякаемого остроумия, смелого поэтического ума. Когда центральная группа марксистов во главе с В.И. Лениным была арестована, Глеб Максимилианович и в тюрьме служит революции. Он сочиняет песни — «Варшавянку» и «Беснуйтесь, тираны», которые стали любимыми революционными песнями всего народа. 17 месяцев томится Кржижановский в камере, после чего отбывает в ссылку в Восточную Сибирь.

Его отправляют в село Тесинское Минусинского округа, где всего 70 километров отделяют Глеба Максимилиановича от Ленина. Нужно ли говорить, что между ними не только не прерывается переписка, но время от времени они и навещают друг друга. Встречи с Владимиром Ильичем дали большую жизненную и идейную закалку Глебу Кржижановскому. В 1901 году, вернувшись из ссылки, он сразу же включается в революционную работу, организует в Самаре искровский центр. Едет за границу в Женеву к Ленину. А в тяжелые годы реакции после 1905 года поступает в «Общество электрического освещения 1886 г.».

Вместе с Р.Э. Классовом и А.В. Винтером Кржижановский строит в 1912 году районную электростанцию на базе торфяных болот Белгородского уезда под Москвой и не оставляет революционную работу.

Но вся его большая инженерная деятельность не идет даже в сравнение с теми перспективами, которые открылись после свершения Великой Октябрьской социалистической революции. В январе 1920 года В.И. Ленин выдвигает грандиозную программу электрификации России. И именно Глебу Кржижановскому он дает поручение:

"...2) Нельзя ли добавить план не технический (это, конечно, дело многих и не скоропалительное), а политический или государственный, т.е. задание пролетариату?

Примерно: в 10 (5?) лет построим 20-30 (30-50?) станций, чтобы всю страну усеять центрами на 400 (или 200, если не осилим больше) верст радиуса; на торфе, на воде, на сланце, на угле, на нефти (примерно перебрать Россию всю, с грубым приближением). Начнем-де сейчас закупку необходимых машин и моделей. Через 10 (20?) лет сделаем Россию «электрической».

Я думаю, подобный «план» — повторяю, не технический, а государственный — проект плана, Вы бы могли дать.

Его надо дать сейчас, чтобы наглядно, популярно, для массы увлечь ясной и яркой (вполне научной в основе) перспективой; за работу-де, и в 10-20 лет мы Россию всю, и промышленную и земледельческую, сделаем электрической...

Повторяю, надо увлечь массу рабочих и сознательных крестьян великой программой на 10-20 лет"<sup>30</sup>.

Да, это была грандиозная программа. Ни в одном государстве мира никогда не разрабатывался план сплошной электрификации, рассчитанный на много лет вперед. Кржижановский с головой окунулся с работу. В комиссию ГОЭЛРО входят энергичные, преданные делу революции специалисты.

Секцию электрификации железнодорожного транспорта и секцию использования энергии рек Кавказа возглавляет Генрих Осипович Графтио — широко известный в русских и зарубежных инженерных кругах специалист. Закончив в 1896 году Петербургский институт инженеров путей сообщения, Графтио изучал электротехнику за границей, работая три с половиной года на заводах Европы и США. В 1906 году под его руководством строится все электрическое хозяйство петербургского трамвая.

Графтио участвует в постройке и пуске крупных паровых электростанций, не оставляя мысли об использовании гидроресурсов больших русских рек.

В то время целесообразность постройки гидроэлектростанций была вовсе не столь очевидна, как ныне. Многие специалисты придерживались того мнения, что Россия — страна равнинная и в ней гидроэнергетика будущего не имеет.

В 1907 году Генрих Осипович Графтио приглашен читать курс гидротехнических сооружений в Петербургский электротехнический институт. И здесь под его руководством студенты выполняют проекты Днепровской гидроэлектростанции, гидроэлектростанции рек Кавказа, Волховской гидроэлектростанции, предназначенной передавать энергию в Петербург. Графтио был уверен, что в будущем возникнут быстроходные гидротурбины, которые дадут возможность рентабельно использовать тихие воды равнинных рек.

Для электроснабжения Петербурга он сам лично составил проекты гидроэлектростанций на реках Волхове и Вуоксе. Однако иностранные специалисты, находившиеся на службе иностранных компаний, в чьих руках находилось все электроснабжение русской столицы, постарались доказать, что проекты Графтио — чистой воды утопия.

Но вот отгремели события Октября. И уже через два месяца В.И. Ленин просит ознакомить его с проектом Волховской ГЭС. Графтио вспоминает: «Примерно в декабре 1917 г. ко мне на квартиру приезжал Смидович с предложением доложить о возможности осуществления запроектированной мною Волховской гидроэлектростанции. Я сразу и охотно согласился, В январе 1918 г. по поручению Владимира Ильича я составил смету. 14 июля 1918 г. меня вызвали в Москву, в Совнарком, где рассматривался вопрос о Волховстрое. В

<sup>30</sup> Цит. по кн.: Люди русской пауки. Техника. М, 1963, с. 592

1919 г. мы построили на Волхове бараки для рабочих, материальные склады и другие самые необходимые сооружения. Работа продвигалась медленно. Шла гражданская война, молодая Республика переживала тяжелые дни. На строительстве не было людей. Во время работы на Волховстрое мне приходилось лично встречаться с Владимиром Ильичем и несколько раз обращаться к нему с письмами и телеграммами по вопросам работы на стройке»<sup>31</sup>.

— И вот — ГОЭЛРО. В это время Г.О. Графтио — ректор Электротехнического института имени В.И. Ульянова (Ленина). К работам по заданиям комиссии он привлекает профессоров и инженеров института. На строительстве Волховстроя его заместителем становится профессор Института инженеров путей сообщения Борис Евгеньевич Веденеев (впоследствии академик). Волховстрой становился школой нового советского гидростроительства.

Мне доводилось встречаться и разговаривать со строителями первенца советской электрификации. Трудностей было много. Не хватало лопат, кирок, тачек, не хватало спальных мест в бараках... Сколько непреклонной воли, скольких усилий требовало решение этих материальных и организационных вопросов. А ведь это — мелочи по сравнению с тем, что в стране не существовало ни строительного оборудования, ни предприятий, способных изготовить необходимые для станции турбины, электрические генераторы, всю электротехническую арматуру.

План ГОЭЛРО означал начало нового исторического поворота народов освобожденной России к строительству планового социалистического хозяйства на основе электрификации.

22 декабря 1920 года на VIII Всероссийском съезде Советов Владимир Ильич Ленин вышел на трибуну с толстым томом плана ГОЭЛРО.

"На мой взгляд, — сказал он, — это наша вторая программа партии... Она должна превратиться в программу нашего хозяйственного строительства, иначе она не годна и как программа партии. Она должна дополниться второй программой партии, планом работ по воссозданию всего народного хозяйства и доведению его до современной техники. Без плана электрификации мы перейти к действительному строительству не можем...

Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны... мы доведем дело до того, чтобы хозяйственная база из мелкокрестьянской перешла в крупнопромышленную. Только тогда, когда страна будет электрифицирована, когда под промышленность, сельское хозяйство и транспорт будет подведена техническая база современной крупной промышленности, только тогда мы победим окончательно"<sup>32</sup>.

В 1921 году учреждается Госплан СССР — штаб по планированию и управлению всей экономикой страны. Председателем его назначается Г.М. Кржижановский.

В январе 1929 года Г.М. Кржижановский избирается действительным членом Академии наук СССР, а в мае того же года — ее вице-президентом. Вместе со вновь избранными в Академию выдающимися инженерами, соратниками по многим энергетическим стройкам Г.М. Кржижановский немало сделал, чтобы направить деятельность Академии в русло интересов социалистического строительства.

Кржижановского переводят на работу в Главэнерго. Он занимается комплексными проблемами энергетики и электрификации. Руководит вновь организованным Энергетическим институтом Академии наук СССР.

Глеб Максимилианович Кржижановский прожил большую и плодотворную жизнь, всю ее отдав служению своему народу, своей стране, торжеству ленинских идей. За выдающиеся заслуги перед Родиной Г.М. Кржижановский награжден многими орденами и медалями. В 1957 году ему присвоено звание Героя Социалистического Труда. 31 марта 1959 года академик Г.М. Кржижановский скончался в возрасте 87 лет.

<sup>31</sup> Цит. по кн.: Люди русской науки. Техника, с. 540

<sup>32</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 42, с. 157-159

Вы помните большой завод динамо-машин за Московской заставой, принадлежащий акционерному обществу «Сименс и Шуккерт»? Декретом Совета Народных Комиссаров от 28 июня 1918 года он был национализирован. И в том же году для налаживания производства Петроградский Совет направил на него первых специалистов, выразивших желание сотрудничать с Советской властью. Постепенно стали оживать его цехи.

7 ноября 1922 года Совет рабочих депутатов Петрограда постановил назвать завод динамо-машин Петроградским заводом «Электросила». В цехи пришли молодые инженеры Р.А. Лютер, А.Е. Алексеев, Д.В.Ефремов, И.А. Одинг, А.В. Трамбицкий, М.П. Костенко и другие. Позже многие из них стали выдающимися специалистами советского электромашиностроения.

Сразу пришлось решать сложные инженерные задачи — проектировать и налаживать производство первых крупных машин для Волховской ГЭС, а потом для Земо-Авчальской и Кадырьинской ГЭС. Но для этого следовало создать расчетно-конструкторскую службу и лаборатории.

В 1931 году, когда истек кратчайший срок, намеченный планом ГОЭЛРО, мощность районных электростанций в государстве на 20 процентов превышала запланированную. Успехи в выполнении ленинского плана ГОЭЛРО, а также восстановление разрушенного хозяйства страны заложили прочный фундамент первых пятилеток. На повестку дня стало развитие тяжелой индустрии, в частности металлургической и сталепрокатной промышленности. И на «Электросиле» строят электрооборудование для первых советских блюмингов Макеевского и Златоустовского заводов, для «Запорожстали». в общезаводском бюро исследований под руководством М.П. Костенко, в будущем — академика и Героя Социалистического Труда, проектируются новые мощные турбогенераторы для Днепровской и Нижне-Свирской ГЭС.

В общезаводское бюро исследований (БИС) влились электромашинная, химическая и высоковольтно-изоляционная лаборатории. Оно стало мощным научно-исследовательским подразделением, способным решать сложные и самостоятельные задачи. Но тут-то и начались организационные неувязки. Взаимоотношения между ОБИС, техническим отделом и производством осложнились. И, чтобы разрубить «гордиев узел», руководство завода приняло решение — ликвидировать отдел исследований. Электромашинную лабораторию с ее испытательными стендами расформировали и распределили по цехам. Остальные лаборатории перешли в непосредственное подчинение главного инженера завода.

Это было серьезной ошибкой. И результаты ее не замедлили сказаться на работе всего предприятия. Без специального исследовательского звена, которое обеспечивает интеграцию производства с наукой, невозможен в современных условиях прогресс ни науки, ни самого производства.

В 1938 году в связи с новыми заданиями, имеющими важное значение для индустриализации страны, было принято решение о восстановлении функций центральной электромашинной лаборатории. Более того, теперь ее собрались расширить, объединить с другими лабораториями территориально, но помешала война.

В грозные годы значительная часть оборудования, техническая документация, а также научно-инженерный персонал были эвакуированы в восточные районы страны — в Свердловск, в поселок Баранчинский. И там на совершенно новых местах благодаря опыту и самоотверженному труду электросиловцев возникли новые заводы, внесшие немалый вклад в дело победы над врагом.

Однако часть работников завода осталась в Ленинграде. В условиях блокады, непосредственной близости линии фронта, под непрерывным артобстрелом и бомбежками люди выполняли заказы фронта и даже выпускали продукцию для промышленности на востоке страны.

Однако блокада и разрушения в цехах делали свое дело. Производство крупного электрооборудования было прекращено. Это могло явиться большой помехой для будущего восстановления главных отраслей народного хозяйства. И 6 марта 1943 года Государственный Комитет Обороны принял постановление о восстановлении завода. К

концу войны «Электросила» была снова в строю.

После завершения восстановительного периода перед заводом встали новые задачи. Экономическая целесообразность диктовала требование — постепенное повышение мощности турбо — и гидрогенераторов. При этом уменьшались удельная стоимость и расход материалов, дешевле становилась эксплуатация, повышалась эффективность капитальных вложений, и в результате дешевле оказывалась электроэнергия. Но на пути создания генераторов, близких к предельной мощности, немало трудностей. Без глубоких исследований и тщательных расчетов с этим справиться было невозможно. И в 1956 году при заводе «Электросила» организуется филиал Всесоюзного научно-исследовательского института электромеханики (ВНИИЭМ).

Организационно Ленинградский филиал подчинялся институту, находящемуся в Москве, что создавало значительные трудности в упорядочении научно-производственного процесса. При наличии такой мощной базы, как завод «Электросила», для слаженной работы предприятия и НИИ руководство должно было быть единым.

В 1969 году Ленинградский филиал при «Электросиле» получил название НИИ ЛЭО «Электросила», а с 1975 года — НИИ объединения «Электросила». Сейчас это научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт Ленинградского производственного электромашиностроительного объединения «Электросила» имени С.М. Кирова. Если познакомиться с заданиями, которые ставились и ставятся перед институтом, то первое, что бросается в глаза, — усложняющиеся с каждым годом задачи. Казалось бы, совсем недавно спроектировали и построили турбогенератор небывалой мощности — 500 МВт, но потребовался новый — на 800 МВт. Справились и с этой задачей, а на пороге новая — турбогенератор мощностью 1 миллион 200 тысяч кВт. И не за горами двух-миллионник!

В 1945 году в масштабе государства выдвигается требование широкого развития атомной науки и техники. И вот из состава расчетчиков, конструкторов, технологов и исследователей все той же «Электросилы» собирается группа для разработки электрофизической аппаратуры. Возглавляет ее Д.В. Ефремов. Скоро из небольшого коллектива вырастает Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры. В его стенах разработай ряд крупных ускорителей элементарных частиц и другой мощной электрофизической аппаратуры. А для воплощения замыслов и проектов пущен Ленинградский электромашиностроительный завод, являющийся дочерним предприятием «Электросилы».

Магнетогидродинамические генераторы для электростанций будущего, устройства для непосредственного преобразования электромагнитной энергии в механическую, чтобы перекачивать в печах расплавленный металл; криогенная (сверхпроводниковая) техника — буквально все самые интересные, самые новые направления научно-технического прогресса в области электромашиностроения начинают свою жизнь в лабораториях и отделах НИИ «Электросила».

В 1962 году, когда завод стал Ленинградским электромашиностроительным объединением, в его состав вошли помимо головного завода Ленинградский электромашиностроительный завод, Псковский электромашиностроительный завод, Великолукский завод «Реостат», цех в городе Дно и Ленинградский филиал ВНИИЭМ.

Сегодня в цехах объединения получают жизнь не только крупнейшие турбогенераторы. Здесь собрали и испытали двигатели и генераторы для атомных ледоколов, была изготовлена очередная опытная установка — токамак для исследований в области термоядерного синтеза. Продукция ЛЭО «Электросила» имени С.М. Кирова успешно работает сегодня более чем в 75 странах мира, в том числе и в станках типа «обрабатывающий центр», о которых с таким восторгом пишет мировая пресса.

Если посмотреть на историю энергетики как на создание череды электрогенераторов, то нетрудно заметить, что год от года мощность их растет. И это понятно; чем крупнее агрегат, тем дешевле оказывается вырабатываемая им энергия. Вот простой пример: если сравнить две одинаковые по мощности тепловые электростанции, на одной из которых стоят турбогенераторы по 100 тысяч киловатт, а на другой — по 25 тысяч киловатт, то удельная стоимость первой ТЭС окажется ниже удельной стоимости второй примерно в 2, 5 ра-а, то есть дешевле будет установленный киловатт. А ведь при расчете не приняты во внимание ни возможность увеличения производительности заводов, изготавливающих оборудование, ни ускорение темпов строительства станций...

До каких же пор возможно такое укрупнение агрегатов? Из газетных сообщений мы знаем о пуске на новых ГРЭС блоков по миллиону киловатт. Для турбогенераторов обычного типа предел уже недалек. Специалисты считают, что поднять мощность единичной машины более 2, 5-3 миллионов киловатт не удастся. Слишком велика и громоздка окажется такая машина. Ее детали будет трудно изготавливать на заводах, еще труднее транспортировать к месту установки. А уж как вести монтаж такого гиганта на месте, и вовсе неизвестно. Но главное — при работе в роторах гигантских машин возникают такие центробежные усилия, что они разрывают «сердце» агрегата.

Значит ли это, что в энергомашиностроении мы выбрали все резервы? Вряд ли... Прежде чем перейти к обсуждению возможностей сегодняшней, а вернее, завтрашней электроэнергетики, давайте еще раз вернемся в прошлое.

Итак, на нашем календаре снова начало столетия. В физических лабораториях мира ученые с увлечением занимаются опытами по сжижению газов. Их интересует, при какой температуре газы переходят в жидкость. На первом этапе научных исследований движущей силой, как правило, является любознательность. Ученого вполне удовлетворяет уже то, что в случае удачи он испытывает чувство глубокого удовлетворения, поскольку именно ему удалось узнать первому то, что раньше было никому не известно.

Впрочем, в этой области было уже сделано немало. Физики все ближе и ближе подбирались к заветной температуре абсолютного нуля. Предполагалось, что при абсолютном нуле ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) все электроны в металле, например, окажутся связанными с атомами, их движение станет невозможным, и, следовательно, металлы должны перестать пропускать через себя электрический ток. Их сопротивление должно вырасти до бесконечности. Так думали все...

Можно привести еще массу причин, заставлявших ученых заниматься получением все более и более низких температур. Достаточно сказать, что холод вообще чрезвычайно широко распространен в природе. И окружающий нас космос — это не что иное, как гигантский холодильник. А узнать, как ведет себя вещество в условиях космического и более чем космического холода, разве не интересно?

Таким образом, мы вполне можем считать, что у нидерландского физика Хейке Камерлинг-Оннеса оснований добиваться получения жидкого гелия было более чем достаточно. Надо добавить, что процедура получения жидких газов — дело довольно кропотливое и утомительное. Но Камерлинг-Оннес человек упрямый, и в результате затраченных усилий в 1908 году он первым наблюдал светлую, подвижную, чуть голубоватую жидкость, в которую после многоступенчатого охлаждения превратился гелий. Температура его кипения оказалась всего 4, 2 К. По более привычной широкому читателю шкале Цельсия это будет минус 268, 8° С.

Цель следующего опыта — измерение сопротивления какого-нибудь металла при достигнутой температуре. По идее по мере охлаждения сопротивление должно расти. Физики последовательно охлаждали металлы в жидком азоте до 63 К, потом до 20, 5 К в кипящем водороде. Умудрились охладить еще сильнее, а сопротивление образцов все никак не начинало расти. Более того, с понижением температуры оно постепенно уменьшалось.

Камерлинг-Оннес решил взять в качестве образца чистого металла ртуть. Почему именно? Видите ли, в начале века, а дело происходило в 1911 году, получать сверхчистые

металлы еще не очень-то умели. Это сейчас вы можете заказать, скажем, металлургам металл с примесью не более одного атома на миллион... А тогда ртуть, пожалуй, единственная достаточно просто освобождалась "от добавок дистилляционной перегонкой и могла считаться чистой. Конечно, экспериментировать с ней нелегко. При комнатной температуре из жидкой ртути проволочку не сделаешь...

Камерлинг-Оннес налил ртуть в V-образные трубочки, соединил их сверху рогульками, тоже заполненными ртутью, и стал охлаждать. Вот металл замерз, и можно было начинать опыт.

Первую точку на графике он поставил при температуре жидкого воздуха. Вторую — при температуре жидкого водорода. Пока все шло как обычно, сопротивление замерзшей ртути постепенно, с падением температуры, уменьшалось. Когда же оно начнет повышаться? Может быть, жидкий гелий внесет какие-нибудь изменения? Ученый отправил образец в легкую голубовато-прозрачную жидкость и... Дальше произошло то, чего никто не ожидал и не предсказывал: сопротивление ртутного образца вдруг исчезло! Да, да, при температуре 4,15 К оно стремительно упало до нуля. Камерлинг-Оннес обнаружил новое, невиданное и никем из его коллег до того не представляемое явление — сверхпроводимость.

Открыл и стал знаменит! Как просто, правда? Просто, когда вся работа остается за результатом, когда на поверхности — одно открытие и награда.

Сверхпроводимость оказалась самым загадочным явлением в физике XX века. Пятьдесят лет оставалась она необъясненной. За это время в науке произошли огромные перемены: появились квантовая механика и ядерная физика, ученые открыли нейтрон, анти — и другие частицы, была создана теория относительности, обнаружено красное смещение и разбегание галактик, осуществлены ядерная и термоядерная реакция, запущены искусственные спутники Земли. Люди поняли и сумели объяснить тысячи непонятных до того явлений в самых различных областях науки, а сверхпроводимость все еще продолжала оставаться загадкой. А уж ее ли не пытались разгадать!..

Прежде всего следовало выяснить, только ли ртути присуще явление сверхпроводимости, или другие чистые металлы тоже им обладают? Камерлинг-Оннес испытал свинец и выяснил, что он тоже сверхпроводник. Потом список сверхпроводников сильно расширился, и исследователи перешли к сплавам и соединениям. Тут их ждали еще большие неожиданности. Возьмите, к примеру, ниобий. У этого металла сверхпроводимость начинается при охлаждении примерно до 9 К. А у соединения ниобия с азотом, материала куда хуже проводящего электрический ток, чем чистый металл, явление сверхпроводимости начинается гораздо раньше — примерно с 15 К.

Сегодня механизм сверхпроводимости тоже еще не до конца ясен. Во всяком случае, его изучение и в физике, и в технике занимает весьма видное место. Техническое применение явления сулит невероятные блага, но нужно найти сверхпроводники, существующие при нормальных температурах.

В 1973 году было обнаружено, что соединение ниобия с германием имеет критическую температуру, равную примерно 23 К. При этом соединение переходит в состояние сверхпроводника. Это весьма воодушевило исследователей. К сожалению, с тех пор сверхпроводники с более высокими значениями критической температуры получены больше не были. Вроде бы теория никаких принципиальных возражений против существования сверхпроводников и при обычной комнатной температуре не высказывает, а получить их не могут. Правда, некоторые видные физики-теоретики оптимистично предсказывают, что уж к 2001 году высокотемпературные сверхпроводники непременно будут созданы<sup>33</sup>.

Пока теоретики заняты прогнозами, инженеры пытаются приспособить уже

<sup>33</sup> См.: Гинзбург В.Л. О перспективах развития физики и астрофизики в конце XX века. В кн.: Физика XX века. Развитие и перспективы. М., 1984, с. 288-289

имеющиеся материалы для прикладных целей. Так, еще несколько десятилетий назад возникла мысль о создании электрического генератора со сверхпроводящими обмотками: что из того, что нет пока высокотемпературных сверхпроводников? Нужно строить генераторы с охлаждением. Действительно, если охладить обмотки, выполненные из «обычного» сверхпроводящего материала, жидким гелием, то они должны потерять сопротивление. А это означает повышение мощности. Криогенный генератор той же мощности, что и обычный, можно будет существенно уменьшить в размерах. Значит, предел, почти достигнутый сегодня для обычных генераторов по мощности отодвинется. Коэффициент полезного действия такой машины возрастет, и стоимость вырабатываемой электроэнергии уменьшится. Расчеты показывают, что крио-генераторы позволят поднять предел мощности для единичной машины почти вдвое.

Эксперименты в области применения сверхнизких температур во Всесоюзном научно-исследовательском институте электромашиностроения начались еще в 1962 году. Сначала был построен двигатель постоянного тока мощностью всего 3 кВт. Потом — модельный криотурбогенератор на 18 кВт. В конце 70-х годов на испытательный стенд встал экспериментальный криотурбогенератор мощностью 1200 кВт с самым большим в мире вращающимся криостатом. А в начале 1983 года специалисты института готовили под промышленную нагрузку криогенный генератор мощностью 20 тысяч кВт. Это была самая крупная машина среди аналогичных генераторов. Руководил коллективом академик И.А. Глебов.

Несмотря на то что принцип получения электрической энергии со времен Фарадея остался неизменным, современный генератор — это довольно сложная машина. Но криогенный генератор — сложен вдвойне. Голубой цилиндр соединен трубопроводами, шлангами и проводами со вспомогательной аппаратурой. Стоит на испытательном стенде ВНИИэлектромаша. Что в нем особенного, необычного? Прежде всего, ротор криогенного генератора по конструкции напоминает скорее стальной сосуд-криостат. В него непрерывно на ходу подается жидкий гелий. Медные шины обмотки пронизывают тысячи тончайших нитей-проводников из сверхпроводящего сплава. Они-то и обеспечивают основные преимущества новой машины. Вакуумные камеры-изоляторы сохраняют холод в генераторе. Испаряясь, гелий поступает в компрессор. Снова сжижается и возвращается в машину по замкнутому циклу. Обмотки статора охлаждаются жидким фреоном. Эта жидкость нам известна по бытовым холодильникам. Фреон одновременно выполняет и роль изолятора.

Обращает внимание то, что вокруг генератора много вспомогательной аппаратуры: тут резервуары с гелием и вакуумные насосы, компрессор и теплообменный агрегат — охладитель фреона... Неудивительно, что над созданием этой уникальной машины трудились коллективы не одного производственного объединения. Вместе с «Электросилой», Ижорским заводом и заводом «Красный выборжец» в создании всего комплекса криогенератора принимали участие московское научно-производственное объединение «Гелиймаш», ВНИИхолодмаш и другие организации<sup>34</sup>.

Очень сложна новая современная техника. Порою закрадывается сомнение: а не понижается ли со сложностью конструкции и надежность? Специалисты уверяют: нет! Не снижается! Потому что одновременно растет совершенство технологии изготовления, улучшаются материалы, повышается качество. Конечно, сложность не украшение. Но за получаемый выигрыш по мощности приходится чем-то расплачиваться. И чаще всего эта плата выражается в усложнении либо технологии производства, либо конструкции. Но люди быстро привыкают к новому. Даже чудо, повторенное дважды, перестает быть чудом.

Столь новыми и необычными для электромашиностроения работами занимаются в Ленинграде. На Дворцовой набережной, неподалеку от Дома ученых расположившегося в бывшем Ново-Михайловском дворце, стоит дом, сооруженный более ста лет тому назад

<sup>34</sup> См.: Герасимов В, К энергогигантам будущего. — Правда, 1983, 1 февраля

архитектором А.И. Штакеншнейдером. Сегодня в нем и располагается Всесоюзный научно-исследовательский институт электромашиностроения. Конечно, разместить современный НИИ в помещении старого дома — задача трудновыполнимая. Здесь, на набережной, находится лишь административная часть института. Производственная же база — лаборатории, конструкторские бюро, испытательные стенды — все это размещено по соседству с «Электросилой».

ВНИИэлектромаш — организация сравнительно молодая. Ветераны считают годом ее рождения 1950-й. Именно тогда, всего через пять лет после окончания Великой Отечественной войны, Президиум АН СССР принял решение об организации в Ленинграде первой лаборатории автоматики<sup>35</sup>. Несмотря на огромный ущерб, нанесенный народному хозяйству войной, Советский Союз примерно за 2, 5 года восстановил уровень промышленного производства 1940 года. Но для дальнейшего движения нужно было самое широкое внедрение во все отрасли народного хозяйства и в быт электрической энергии. Формула В.И. Ленина, данная им еще в 1920 году, продолжала быть не менее актуальной.

Но теперь нужна была электроэнергия, вырабатываемая централизованно на мощных электростанциях, объединенных высоковольтными сетями в крупные энергетические системы. Строительство таких систем без автоматизации было просто невозможно. Вот почему важным шагом явилось создание в Ленинграде скромной лаборатории автоматики.

С самого начала своего существования в лаборатории были созданы непревзойденные по своему времени модели Куйбышевской и Свирской ГЭС, линий электропередач, связывающих Ленинград и Москву с новыми электростанциями. На моделях гидротурбин и мощных генераторов сотрудники лаборатории решали самые актуальные задачи специального электромашиностроения. За работы по электродинамическому моделированию энергосистем академик М.П. Костенко и доктор технических наук В.А. Веников были удостоены в 1958 году Ленинской премии.

За первое десятилетие своего существования молодая лаборатория стала Институтом электромеханики АН СССР, прошла большой путь, вобрав в себя целый ряд других научных учреждений и расширив деятельность на всю отрасль мощного электромашиностроения.

Во втором десятилетии лаборатория стала Всесоюзным научно-исследовательским институтом, который занимается фундаментальными проблемами в области теории и методов расчета электрических машин. На этот институт возложена ответственность за передовой уровень крупных электрических машин, которыми по праву славится отечественная промышленность., От мощных турбо — и гидрогенераторов и высоковольтных линий передач до двигателей на тепловозах и прецизионных систем управления, например, телескопом — вот диапазон разработок этой научной организации.

Чтобы разговор о сверхпроводниках был достаточно полным, нужно вспомнить еще об одной ключевой проблеме физики нашего столетия. Речь идет о создании металлического водорода.

Мы уже говорили, что при глубоком охлаждении ниже 20, 3 К, то есть минус 252, 7 °С, водород превращается в жидкость. Если же охлаждение продолжать и дальше, то уже при 14 градусах Кельвина, или при минус 259 — по привычной стоградусной шкале Цельсия полученная жидкость замерзает и превращается в твердый молекулярный водород. Если теперь его подвергнуть огромному давлению в миллионы бар, то мы должны получить совершенно новое и совершенно замечательное вещество с удивительными свойствами — металлический водород. Есть предположения, что этот наиболее распространенный в обозримой вселенной элемент в металлической фазе

---

<sup>35</sup> См.: Организация и развитие отраслевых научно-исследовательских институтов Ленинграда. 1917-1977. Л., 1979, с. 203

находится в недрах планет-гигантов — Юпитера, Сатурна, может быть Урана и Нептуна. Физикам-теоретикам давно уже в общем виде (по расчетам) известны структура металлического водорода и его свойства. Причем есть достаточно веские основания предполагать, что именно металлический водород окажется высокотемпературным сверхпроводником с критической температурой 100-200 К (или минус 173, а может быть, даже и просто минус 73 градуса Цельсия). Сумей мы его получить — проблема сверхпроводимости была бы решена.

В чем же дело, почему до сих пор нет у нас этого замечательного материала? Ведь создать необходимое давление в принципе не так уж и сложно. Что же останавливает экспериментаторов?

Оказывается, что пока на Земле, не существует материалов, способных выдержать такие давления. В опытах при достижении даже меньших значений начинал деформироваться или «течь» даже алмаз — а уж он ли не символ, не критерий твердости нашего мира!

Значит, осуществить получение металлического водорода в земных условиях невозможно? Зачем же тогда говорить о нем? Но физики считают, что надежда не окончательно потеряна, что в конце концов будут созданы на основе алмаза такие камеры или «наковальни», которые не потекут при давлениях больше 2-3 миллионов бар. Или, может быть, удастся использовать метод ударных волн, защищая холодный твердый молекулярный водород от нагрева с помощью «магнитных подушек». Академик В.Л. Гинзбург считает, что если в ближайшие годы исследования по созданию металлического водорода почему-либо не будут приостановлены, то имеется основание считать, что металлический водород будет получен и исследован еще в этом веке.

Сегодня к водороду вообще приковано внимание специалистов разных отраслей техники, как к одному из самых перспективных источников энергии. Действительно, запасы его даже на нашей планете практически неограниченны. А ведь — он в единице веса содержит втрое больше тепловой энергии, чем бензин. Более того, широкое применение водорода в качестве энергетического сырья будет способствовать и решению экологической проблемы — загрязнения атмосферы, потому что отходами от его сгорания являются лишь пары чистой дистиллированной воды.

Если начать рассматривать водород как топливо, то легко обнаружить массу его достоинств; даже кажущиеся на первый взгляд трудности могут обернуться преимуществами. Скажем, такой вопрос, как транспортировка водорода. Она вполне возможна по обычным трубопроводам. И, согласно расчетам, даже обойдется дешевле, чем передача электроэнергии по проводам мощных ЛЭП. Вы скажете — водород летуч! Правильно, но это означает лишь то, что его надо тщательно хранить. А делать это можно в любых резервуарах, в том числе и в резервуарах природных газов под землей.

В ракетной технике — водородное топливо уже давно вышло из стадии экспериментов. Предстоит переход на него авиации. Испытываются автомобильные двигатели, работающие как на чистом водороде, так и на обычном топливе, обогащенном водородом. И здесь даже 5-10 процентов добавок водорода к бензину, как показывают ходовые испытания, дают 40-45 процентов увеличения коэффициента полезного действия двигателя. И в 100 раз снижают токсичность выхлопных газов. Все происходит за счет более полного сгорания топлива.

А какие перспективы открывает применение водорода в металлургии! И не только-как источника тепла, но и как заменителя угля и кокса в процессе восстановления железа. При этом резко снижаются «вредные выбросы газов в атмосферу».

В чем же дело? Почему водородное топливо не шагнуло до сих пор широко в промышленность? Причин несколько. И прежде всего — экономика. Пока еще водород дороже традиционных ископаемых видов топлива. Добыча угля, нефти, газа имеет на Земле большие и старые традиции. Люди, общество привыкли к ним...

Но нам нужно иметь в виду, что с ростом энерго-насыщенности нашей жизни, в частности с увеличением количества атомных, солнечных и приливных электростанций, получение водорода будет становиться все дешевле, тогда как ископаемое топливо в связи

с оскудением его запасов должно дорожать.

Наконец, преодоление психологического барьера... Да, жидкий водород сохраняется лишь при температурах ниже минус 253° С, а твердый — ниже минус 259° С, и чтобы сохранить его от испарения, нужна специальная тепловая защита. Сложно! Но ведь мы не задумываемся о сложности, когда берем с собой на работу или в поездку термос с горячим чаем. Не пугаемся трудностей, — прокладывая трубопроводы от теплоэлектроцентралей, с горячей водой и паром. Не шарахаемся от батарей парового отопления у себя дома. А ведь горячая вода обжигает примерно так же, как и жидкий, водород.

Криогенные емкости — те же термосы. Они существуют много лет и прошли всестороннюю проверку." Недавно в секторе механики-неоднородных сред АН СССР был проведен такой эксперимент: на серийном микроавтобусе РАФ-2203 в багажнике были установлены два криогенных бака с жидким водородом. Под давлением 1,5 атмосферы водород перекачивался в испаритель, — где превращался в газ и по трубке поступал в карбюратор. Здесь, смешиваясь с обычным бензином, он поступал в двигатель. Установка прекрасно работала. «Рафик» бегал куда бодрее, чем на обычном бензине. И при этом «чихал» менее удушливо.

Опытный автолюбитель осторожно спросит: «А если авария?» Ну и что, что авария? Жидкий водород выльется из баков на землю и тут же испарится, тогда как бензину при горячем моторе вспыхнуть в сходной ситуации ничего не стоит.

В общем, серьезных недостатков у водородного топлива по сравнению с традиционным нет! Зато какие преимущества! Очень хотелось бы надеяться, что уже в ближайшие годы экологически чистое водородное топливо серьезно потеснит своих ископаемых конкурентов. И нет сомнения, что развитие этой промышленности продвинет вперед и положение дел с металлической фазой водорода.

## Глава 2

### Время свершений

Сегодня много говорят о получении энергии с помощью Солнца, ветра, морских волн, об извлечении энергии из недр, за счет использования внутреннего тепла Земли, о приручении морских приливов и о выведении электростанций за пределы атмосферы. Но пока... Пока что более 80 процентов всей электрической энергии дают обыкновенные тепловые станции — ТЭС, ГРЭС и ТЭЦ, работающие на сжигаемом топливе и выбрасывающие в атмосферу не только газы и вредные примеси, но и большую часть получаемого тепла. И у специалистов есть предположение, что в предвидимом будущем, в ближайшие 20-25 лет, существующее положение в энергетике практически не изменится. А если и изменится, то незначительно.

У нас в стране долгое время развитие сети тепловых, электростанций осложнялось тем, что промышленные центры — главные потребители энергии были сосредоточены в европейской части государства, а энергетические ресурсы — преимущественно в азиатской. Поэтому топливный баланс был очень напряженным. Экономисты старались ориентировать его на большее потребление нефти и газа, а также мазута. Их легче было доставлять.

В последние годы положение изменилось. Газ и нефть все больше используются на технологические нужды промышленностью. Вместе с тем осваиваются топливные ресурсы Тюменской области, Канско-Ачинские разработки для энергетики Сибири. Значит снова должен повыситься интерес строителей электростанций к углю. Тем более что геологические ресурсы твердого топлива почти в 30 раз превосходят запасы нефти. Но жидкое топливо во всех отношениях лучше твердого. В нем меньше вредных примесей, больше водорода. Да и сжигать жидкое топливо значительно удобнее. Не говоря уж о том, что оно не оставляет после себя гор золы и шлака. Все эти соображения

привели к тому, что уже чуть не полвека назад был в принципе известен процесс получения из угля синтетического топлива. Напомню, что для превращения органической массы угля в вещество подобное нефти специалистам-химикам пришлось последовательно решать три задачи: первая заключалась в удалении лишнего кислорода, а вместе с ним и таких вредных для топлива примесей, как сера и азот; второе — добавление в органическую массу водорода, до соотношения водорода и углерода, имеющих в нефти; третья задача заключалась в разукрупнении больших молекул, составляющих органическую массу угля.

Все эти обстоятельства, требовавшие достаточно сложной технологии, приводили к росту себестоимости синтетического топлива. В 40-х годах способ был признан нерентабельным. Большинство предприятий реконструировали в нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы.

Но прошло время, и ситуация изменилась. Природное жидкое топливо дорожает. И снова на повестку дня встает синтетическое топливо. Конечно, промышленные предприятия по его производству целесообразно строить только в районах месторождений угля, позволяющих организовать дешевую открытую добычу. В нашей стране создана программа использования дешевых углей Канско-Ачинского бассейна и в этом направлении. Она предусматривает в течение 80-х годов разработку технико-экономических обоснований на сооружение первого крупного промышленного предприятия, с тем чтобы приступить к его строительству в двенадцатой пятилетке.

Ну, а что же представляет собой современная теплоэлектростанция? Давайте вспомним ее упрощенную схему: прежде всего — топка, в нее подаются топливо и окислитель. Затем — котел. В нем вода превращается в пар с температурой около 550° С. Этот температурный предел считается наиболее выгодным. Пар под высоким давлением поступает в неподвижно укрепленные металлические каналы сопла турбины. В них температура и давление пара уменьшаются, но зато увеличивается скорость движения его потока. Теперь струя пара с огромной скоростью, часто превышающей скорость звука, вырывается из сопел и, меняя направление по криволинейному каналу, давит на лопатки турбины, приводя весь ротор во вращение. На одном валу с ротором турбины сидит и ротор электрического генератора. Следовательно, приходит во вращение вся система и раскручивается до постоянной скорости, равной, как правило, 3 тысячам оборотов в минуту. Такая скорость определяется выбранным стандартом частоты переменного тока. В нашей стране она равна пятидесяти периодам в секунду. Пятьдесят периодов, помноженное на шестьдесят секунд, как раз и дают 3 тысячи оборотов в минуту. Все понятно.

Сейчас паровые турбины стали настолько быстроходны, высокочастотны и обладают таким значительным ресурсом работы, что они вполне конкурентоспособны с гидрогенераторами, работающими в значительно более щадящем режиме. Мощность современных паровых турбин в одновальном исполнении достигает 1 миллиона 200 тысяч киловатт! И это еще не предел...

После турбогенератора, совершив полезную работу, пар уже под низким давлением уходит в конденсатор, охлаждается, превращается в воду и снова насосами подается в котел. Обычно тепловые электростанции строят поблизости от крупных водных источников — рек или озер. Дело здесь в том, что на каждый килограмм конденсируемого пара приходится расходовать около 60 килограммов холодной воды. Когда впервые познакомишься с этими цифрами, то думаешь — какая расточительность! Получается, что мы сжигаем драгоценное топливо, чтобы большую часть тепла не превратить в полезные виды энергии, а выбросить в атмосферу, нагреть воздух. Невольно возникает вопрос: неужели ничего нельзя сделать, чтобы уловить это тепло и все, до последней, калории использовать по назначению? Увы, сначала опыт, а потом и наука дают на этот вопрос категорический ответ: всю полученную от сгорания топлива тепловую энергию превратить полностью ни в какой иной вид энергии невозможно! На этом настаивает второй закон термодинамики,

В начале XIX века во Франции жил гениальный ученый Сади Карно. В 1824 году он

написал любопытное сочинение — «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Никого из современников его работа особенно не заинтересовала, и автору пришлось издавать ее за собственный счет.

Но прошли годы, и выводы Карно приобрели статус закона природы, одного из тех, что лежат в основе существования окружающего нас мира — от космической пылинки и до галактик. В те времена ученые представляли себе тепло в виде некоторой невесомой, невозникающей и неуничтожимой жидкости — теплорода. Перетекая от одного тела к другому, теплород охлаждал первое и нагревал второе. И чем больше его накапливалось в теле, тем горячее оно становилось. В общем, теплород был похож на воду, которая под действием сил земного притяжения способна течь только в одном направлении — с высоких гор в низины и по пути производить работу механическую. Точно так же, по мнению Карно, должен был производить механическую работу и теплород. И как для того, чтобы поднять воду на гору, нужно затратить энергию, так и для передачи тепла от менее нагретого тела к более нагретому требовалась затрата энергии. Сам по себе теплород мог переходить лишь от горячего тела к холодному.

Прошло время, и идея теплорода была отвергнута наукой. Но выводы Карно остались. Они прочно вошли в теорию и сыграли важную роль в развитии тепловых двигателей. По современным взглядам, тепловая энергия — это просто сумма энергий мельчайших частиц вещества. И в этом кроется сущность отличия тепловой энергии от энергии других видов. Частицы вещества, например горячего пара или газа, непрерывно движутся. И тепловая энергия пара не что иное, как результат этого неупорядоченного движения его частиц. А возьмем, к примеру, электрическую энергию: это результат строго упорядоченного движения электронов. Ощущаете разницу? Так же и любые другие виды энергии — результат движения всегда строго упорядоченного.

Вы понимаете, что превратить порядок в беспорядок, в хаос — проще простого. И совсем не так легко этот хаос упорядочить. Вот вам и причина, по которой так легко любой вид энергии перевести в тепловую и так трудно, а порой и невозможно, превратить тепло в иные виды энергии. Тем более полностью.

Термодинамика учит, что для получения механической энергии из тепловой нужно иметь прежде всего источник тепла, приемник с разностью температур и, кроме того, рабочее тело. Рабочее тело переносит тепло от источника к приемнику, превращает тепловую энергию в механическую, но само по себе никаких изменений не претерпевает. Оно лишь инструмент, с помощью которого происходит преобразование энергий, и теоретически процесс этого преобразования не должен зависеть от того, какое вещество мы в качестве рабочего тела возьмем. Но это — теоретически. На практике же свойства его весьма ощутимо влияют на коэффициент полезного действия системы.

За каждый цикл рабочее тело — будь то пар или газ в турбине, продукты сгорания в двигателе внутреннего сгорания или фреон и аммиак в холодильниках — переносит часть тепла от источника к приемнику. Процесс этот происходит непременно с потерями (вспомните хорошо всем знакомый пример с трением). Из-за потерь реально получаемая механическая энергия оказывается всегда меньше разности количеств тепла, участвующих в процессе.

Коэффициент полезного действия при этом зависит от разности температур источника и приемника тепла. С приемником дело обстоит однозначно — это, в конечном счете, окружающая среда. А вот источник желательно подогреть сильнее. Например, если принять температуру окружающей среды равной  $20^{\circ}\text{C}$ , то от источника, нагретого до  $120^{\circ}\text{C}$ , из одного джоуля тепловой энергии можно получить не более 0, 25 джоулей энергии механической. Семьдесят пять процентов уйдут в воздух. Если источник будет нагрет до  $720^{\circ}\text{C}$ , из одного джоуля тепловой энергии можно будет уже получить до 0, 7 джоуля энергии механической. Получается, что тепловые электростанции — устройства неэкономичные и довольно консервативные, не говоря уж обо всех других недостатках экологического характера, И все-таки их строят и будут строить. Потому что пока они самые экономически рентабельные сооружения. Пока их энергия дешевле любой другой, и строительство ТЭС окупается раз в десять быстрее, чем строительство, например,

гидроэлектростанций.

Ну а есть ли какие-нибудь перспективы их развития? Конечно, есть. Прежде всего — повышение КПД за счет увеличения начальной температуры водяного пара. Я уже говорил, что сейчас стандарт  $540^{\circ}\text{C}$ . А вот если бы повысить температуру до  $1000, 1500^{\circ}\text{C}$ ? Что мешает? Прежде всего прочность материалов. Пока нет металлов, способных достаточно надежно длительное время работать при таких высоких температурах в условиях больших механических нагрузок. Вы скажете: делают же двигатели ракет из жароупорных сплавов. Но двигатели ракет работают короткое время и к тому же стоят значительно дороже. Нет, для турбин нужны качественные, но дешевые материалы, так же как для топок котлов тепловых электростанций нужно дешевое, недефицитное топливо.

Большое значение имеет также и комплексное использование топлива и самого тепла. В нашей стране энергостроители добились больших успехов в проектировании и сооружении теплоэлектроцентралей — ТЭЦ. От обычных тепловых электростанций они отличаются тем, что снабжают потребителей не только электроэнергией, но и теплом. Скажем, так: «температурный интервал» от  $540^{\circ}\text{C}$  и до  $100^{\circ}\text{C}$  используется для выработки электрической энергии, а остывшую воду отправляют для отопления. На этом примере особенно хорошо должен быть понятен выигрыш от повышения верхнего температурного предела.

ТЭЦ значительно экономичнее обычных тепловых электростанций. Коэффициент использования топлива на них приближается к 60-70 процентам, тогда как коэффициент полезного действия ТЭС не выше 40 процентов.

С каждым годом все большую роль в общем балансе энергетики играют атомные электростанции — АЭС. Строго говоря, это те же тепловые, только с другим котлом и работающие на ином топливе. Сегодня хорошо известно, что ядерные реакторы бывают двух типов: на медленных (тепловых) нейтронах и на быстрых. Последние еще называют реакторами-размножителями, или бридерами. В них при переработке ядерного горючего одного вида накапливается еще большее количество новых делящихся материалов. Применение реакторов на быстрых нейтронах, естественно, выгоднее, и потому будущее промышленных установок для АЭС за ними.

Если говорить о схеме атомной электростанции, то она распадается на две части: в одной — та же паровая турбина, электрический генератор, конденсатор, водяной насос — все, как в схеме уже известной нам тепловой электростанции. А вот другая часть резко отличается: пар производится в теплообменнике-парогенераторе или в самом реакторе за счет тепла ядерной реакции.

Первый крупный атомный реактор на быстрых нейтронах в нашей стране был запущен в 1973 году в городе Шевченко, на берегу Каспийского моря. Здесь большое количество тепла требуется для опреснения морской воды, и потому устройство такой станции было особенно целесообразно. Еще более крупный реактор такого же типа введен в действие на Белоярской АЭС имени И.В. Курчатова, на Урале. В нем на каждый килограмм «сгоревшего» ядерного топлива воспроизводится 1, 5-1, 6 килограмма нового, готового к дальнейшей работе.

Однако в основном пока что на АЭС используются энергетические реакторы на медленных нейтронах. Здесь рядом с ядерным топливом в активной зоне реактора должен размещаться замедлитель. Здесь же происходят ядерные реакции, сопровождаемые выделением огромной энергии, быстрые нейтроны замедляются, и тепло отводится теплоносителем, который в следующей ступени передает свое тепло и превращает воду в пар.

Чем же лучше атомная электростанция обычной ТЭС? Прежде всего дело заключается в топливе. Знаете ли вы, сколько нужно топлива современной достаточно мощной теплоэлектростанции? Несколько железнодорожных составов в сутки! Кроме того, что надо привезти и выгрузить уголь, необходимо вывезти золу и шлак.

Сколько дополнительной работы, сколько испорченной земли! Чтобы добыть уголь, нужно вскрыть земную поверхность, устроить карьеры — незаживающие раны. Чтобы

убрать золу, нужно засыпать бесплодными отходами опять же часть земной поверхности.

А что атомная электростанция? Одной заправки реактора ядерным топливом — плутонием и природным ураном — хватает ему больше чем на год работы. И никакой золы, никакого шлака.

Выработка электроэнергии — важнейшая задача современности, но не единственная. Растет потребность в промышленном и отопительном тепле, металлургическая и химическая промышленность с каждым годом требуют все больше энергии и тепла, в нашей стране на эти нужды расходуется до 3/4 всех добываемых горючих ископаемых. Атомное тепло могло бы здесь сыграть решающую роль. Представьте себе металлургию... Ведь это редкий случай, когда топливо и руда лежат в непосредственной близости друг от друга. Чаще их приходится куда-то доставлять. Насколько же огромная энергоемкость ядерного горючего снизила бы загрузку железных дорог! Кроме того, современный технологический процесс выплавки чугуна или стали с помощью сжигаемого органического топлива сопровождается немалыми выбросами в атмосферу углекислого газа и сернистого ангидрида. Технологическое тепло от ядерных реакторов освободит металлургические комбинаты отзолы в пыли, от копоти, загазованности, завесы пыли и дыма. Количество вредных отходов, отравляющих землю, воду и воздух, уменьшится в тысячи раз.

А ведь кроме заводов по выплавке чугуна и стали существуют энергоемкие производства, где получают алюминий, цинк, осуществляют крекинг и реформинг нефти и нефтепродуктов, синтез хлорвинила, этилена и аммиака.

Не менее важно внедрение атомной энергетики и в систему теплофикации городов, создание атомных электростанций — АТЭС и атомных станций теплоснабжения — АСТ. Естественно, что при их постройке должны быть учтены дополнительные требования по безопасности населения и обеспечению радиоактивной чистоты на любых режимах работы реакторов. Ведь АТЭС и АСТ будут сооружаться непосредственно в черте города.

Первые такие станции уже работают, обеспечивая теплом и электроэнергией дома. Особенно целесообразны они в отдаленных местах, лишенных дешевых транспортных путей, куда стоимость доставки топлива делает его поистине золотым, как, например, в северо-восточную часть Сибири.

Атомная энергетика в последние годы развивается особенно быстро. Сегодня общая мощность АЭС во всех странах еще не очень велика — она не превышает 100 миллионов киловатт. Но единичная мощность (электрическая) ядерных реакторов уже достигает 1 миллиона киловатт и больше, а в недалеком будущем она поднимается до 1, 5 и 2 миллионов киловатт, а может быть, будет и еще больше.

Принцип работы гидравлических электростанций (ГЭС) понятен, наверное, каждому. С незапамятных времен научились люди использовать энергию падающей воды и стали строить водяные колеса мельниц на реках, сооружая на равнинных участках плотины, чтобы получить разность уровней. Струи воды направлялись на плечи колеса, ударяли в них и заставляли крутиться все колесо, с которым был соединен жернов. Вот и вся конструкция.

По идее сегодня все то же самое. Только вода с верхнего уровня перетекает на нижний либо по специальным трубам — турбинным трубопроводам, либо движется по водоводам, проложенным прямо в теле плотины. Под напором струи приобретают большую скорость. С силой бьют они по лопастям гидротурбины, приводя ротор во вращение. На одном валу с ротором сидит электрогенератор. Та же мельница.

В 1980 году по заданию редакции журнала «Звезда» я побывал на строительстве крупнейшей гидроэлектростанции Советского Союза — Саяно-Шушенской ГЭС. Перед тем как лететь, ознакомился вкратце с основными этапами развития энергосистем в этом регионе.

После пуска крупнейших в мире ГЭС — Братской и Красноярской, после завершения создания к 1963 году единой энергосистемы Сибири — от Омска до Улан-Удэ край получил возможность развивать промышленность, особенно энергоемкие

производства.

К концу пятой пятилетки 8, 5 процентов всей установленной мощности гидроэлектростанций приходилось на европейскую часть СССР и только 15 процентов — на азиатскую. В стране работало множество карликовых энергосистем, которые состояли из электростанций небольшой и средней мощности, отдельно обслуживающих близлежащие промышленные районы. Когда экономисты подсчитали затраты на их сооружение, выяснилось, что на те же капиталовложения можно было бы создать в 2 — 3 раза большую мощность, если бы строить гидроэлектростанции с более крупными агрегатами.

Еще одним резервом развития энергетики оказалось создание магистральных сетей сверхвысоких напряжений — для увеличения пропускной способности линий электропередач и перехода в будущем к Единой объединенной энергосистеме. Основой для объединения энергосистем Советского Союза стали в наше время линии с напряжением в 500 и 750 киловольт. Уже ведутся работы по повышению и этого напряжения до 1150 киловольт.

Помните какая была борьба в начале века за постоянный ток? Оказалось, что он имеет в ряде случаев немало преимуществ перед переменным, и в 1962-1965 годах была введена в эксплуатацию линия передачи постоянного тока на 800 киловольт — Волгоград — Донбасс длиной 493 километра. Начались разработки и проектирование двух таких же линий на 1500 киловольт (+/- — 750 кВ). Одна — Экибастуз — Тамбов длиной 2400 километров, вторая — из района Итата в Красноярском крае до Объединенной энергосистемы Юга протяженностью около 3500 километров!<sup>36</sup>

В 1970 году самая большая Единая энергетическая система европейской части СССР охватывала Зауралье и Закавказье. Она объединяла около 400 электростанций разного типа. Тут были тепловые конденсационные и теплофикационные, гидравлические... Их общая мощность превышала 50 миллионов киловатт. В то же время начинали развиваться и другие объединенные системы: в Центральной Сибири, Северном Казахстане, Средней Азии, в Забайкалье и на Дальнем Востоке. Крупнейшая из них — объединенная система Центральной Сибири включает Иркутскую, Красноярскую, Кузбасскую, Новосибирскую, Томскую, Омскую, Бурятскую и Барнаульскую энергетические системы. В ней будут работать не только такие гиганты, как Саяно-Шушенская ГЭС, но еще и целый куст тепловых электростанций, располагающихся непосредственно у мест добычи топлива.

О строительстве Саяно-Шушенской ГЭС немало писали. Но полное впечатление о грандиозности содеянного руками человека получаешь только тогда, когда видишь плотину своими глазами.

От ее подножия и до верхней кромки вполне уместятся два Исаакиевских собора, поставленные друг на друга. Сравнение для ленинградцев достаточно наглядное. Две террасы идут вдоль всего тела плотины. По обеим ходят «БелАЗы». Снизу те, что ползут по второму горизонту, кажутся божьими коровками, а ведь это машины, каждое колесо которых в рост человека.

Два лифта последовательно поднимают большую клетку. Сначала на первый горизонт, на первую террасу, потом на вторую. Но и это еще не все. Дальше предстоит взбираться по хлипким лесенкам-этажеркам, сваренным из тонного — металлического прута и окруженным узкими металлическими дугами безопасности.

Внизу тихо; а здесь, наверху, свистит, задувает ветер, прохватывая сквозь одежду. Тяжело хлопают полотнища брезентовых шатров — бригады плотников-бетонщиков работают в укрытиях. Иначе не выдержать: не людям — бетону...

Двумя могучими ступенями уходит вниз тело плотины. Клубится водяная пыль над водосбросами. Посреди потока на нижнем бьефе чуть выступает над водой вершина одинокой красной от сурика сваи. Это знаменитая отметка. Если воткнуть в нее ножку огромного циркуля и очертить дугу радиусом в 600 метров, то пройдет эта дуга как раз по

<sup>36</sup> См.: Давыдова Л. Г., Буряк А. А. Энергетика: пути развития и перспективы. М., 1981, с. 88-89

гребню плотины. Выгнувшись навстречу течению плотина, как спиной, заткнула междугорье, подняла воду верхнего бьефа на 150 метров, затопила берега, и создала море.

Почему место для плотины выбрали именно здесь? От Шагонара в Туве и до выхода Енисея в Минусинскую котловину перепад высот больше 200 метров. Енисей течет, как в каньоне. Крутые берега сопки, поднимаются вверх без малого на километр. Вот тут-то, у старой заимки — Черемушки у Карлова створа, и заложили плотину. Произошло это в 1968 году. В журнале стройки мы прочли историческую запись: "12 сентября 1968 года началась отсыпка перемычек котлована первой очереди строительства Саяно-Шушенской ГЭС. Первую мраморную глыбу с надписью: «Идем на вы, Енисей!» — сбросил в реку победитель социалистического соревнования водитель Илья Васильевич Кожура... Почему "мраморную? Оказалось, тут мрамор вокруг. Целые горы мрамора. Да какого!

22 декабря 1980 года на стройке ГЭС состоялось большое торжество: вводился в действие пятый гидроагрегат. Чтобы представить себе это сооружение, приведу еще одно свидетельство из своей следующей поездки на строительство летом через год с лишним. Мы сидели в гостинице, когда мимо окон вверх по Енисею деловито пропыхтел буксир, толкая перед собой лихтер-баржу. На барже, перекрывая всю ее ширину, от борта к борту лежало колесо гидротурбины. Оно плыло сюда из Ленинграда, с Ленинградского Металлического завода, которому принадлежит ведущая роль в отечественном гидротурбостроении. Еще в 1928 году на заводе была организована гидротурбинная лаборатория со специальными стендами для экспериментальных исследований моделей мощных турбин.

При диаметре рабочего колеса турбины 6,5 метра и при напоре воды, падающей с высоты в 194 метра, каждая гидротурбина будет развивать мощность примерно в 650 тысяч киловатт. Для сравнения напомним, что это мощность десяти Волховских гидроэлектростанций. Она сравнима со всей мощностью Днепрогэса.

Митинг шел прямо в машинном зале электростанции. Железобетонный каркас, постоянная крыша, а вот стены пока временные — из профилированных металлических листов. Но тепло и светло: Народу собралось много. Приехали гости, пресса, телевидение и кинохроника. Посредине круглая металлическая площадка размером чуть меньше цирковой арены. Это крышка колодца, в котором работает агрегат. На белом колпаке — выразительная цифра "5" и металлическая пластинка с надписью: «ЛМЗ — гидравлическая турбина, „Электросила“ — генератор трехфазного тока». Табличка означает содружество двух крупнейших ленинградских предприятий.

Строго говоря, пятый агрегат поставили под нагрузку еще вчера. Поэтому сегодня никакой особенной нервозности нет. К тому же ведь и не первый, а пятый...

Глубоко внизу крутится турбина. Ровное гудение доносится из колодца, служит фоном уверенности, солидности, что ли. Ведь десять Волховстроев в одном агрегате!

Советское энергомашиностроение уверенно лидирует в мире, ставя на серийное изготовление уникальные конструкции. Мощность и скорость вращения гидрогенераторов устанавливаются заводами — изготовителями гидротурбин и зависят от напора и расхода воды. Принципиально схема турбины и гидрогенератора за последние годы не изменилась, но каждая новая машина требует решения сложного комплекса технических проблем. Тут и усовершенствование компоновки гидрогенератора, и создание наиболее рациональной системы вентиляции и охлаждения, применение новой изоляции и новых типов обмоток, снижение добавочных потерь в зонах перегрева и многие другие вопросы. Например, одно время было никак не решить вопрос о нагрузке на пятую опорную подшипника-подпятника. Следовало так его сконструировать, чтобы он спокойно нес на себе нагрузку до 3500 тонн. В мире подобных аналогов не имелось. И снова выручила ленинградская «Электросила». В содружестве с инженерами производственного объединения «Уралэлектротяжмаш» был сконструирован оригинальный подпятник, обеспечивший спокойную работу гигантской машины.

Успехи гидрогенераторостроителей привели к тому, что наши заводы не только выполняют заказы по постройке машин на экспорт, но и производят разработку проектов

для зарубежных предприятий. Мощное энергомашиностроение — ведущая отрасль советской промышленности.

### Термояд

Управляемый термоядерный синтез — одна из ключевых проблем современной физики. А поскольку она тесным образом связана с энергетикой, то естественно предположить, что термоядерный синтез выдвигается на одно из первых мест среди нерешенных проблем НТР.

Ученые занимаются изучением условий управляемого термоядерного синтеза более 30 лет. Преодолено немало трудностей, многое стало понятно. И все-таки даже сегодня, считает академик В.Л. Гинзбург, еще рано говорить о превращении задачи из физической в инженерную.

Но чем же привлекает энергетиков — эта сложная проблема?

Еще в 1939 году немецкий физик Х. Бете предположил, что в недрах нашего светила при температуре свыше 10 миллионов градусов ядра легкого водорода — протоны, из которых на 90 процентов состоит Солнце, сливаются, превращаются в ядра гелия и выделяют при этом массу энергии.

Гипотеза пришлась по вкусу физикам-теоретикам и получила широкое распространение. Вспомните знаменитое уравнение Эйнштейна  $E = MC^2$ , связывающее энергию —  $E$  с массой —  $M$  и скоростью света —  $C$ . Если подставить цифры, то получится весьма впечатляющее решение. Грамм солнечного вещества, обращенный в энергию, дает ее столько, сколько мы получаем на Земле, сжигая тысячи тонн (!) первоклассного бензина. Из одного килограмма изотопов водорода выделяется в 10 миллионов раз больше энергии, чем при сжигании одного килограмма угля. И это при нынешнем-то, энергетическом кризисе и растущих ценах на нефть и уголь... Естественно, мысль: «А нельзя ли зажечь солнце на Земле?» — просто не могла не возникнуть у ученых. Дело оставалось за небольшим — получить солнечное вещество и научиться превращать его в энергию,

Если открыть последний энциклопедический словарь, то можно прочесть: «Солнце... раскаленный плазменный шар... Химический состав, определенный из анализа солнечного спектра: водород — около 90%, гелий — 10%, остальные элементы — менее 0,1% (по числу атомов)». А что такое «плазма»?

Если, услышав слово «плазма», вы подумаете о чем-то исключительном, то непременно ошибетесь. В состоянии плазмы находится подавляющая часть вещества Вселенной. Тут и звезды, и галактические туманности, межзвездная среда и даже внешняя оболочка нашей собственной земной атмосферы. Не говоря уж о том, что Земля просто купается в плазме в виде солнечного ветра. Правда, искать природную плазму на поверхности нашей планеты — занятие безнадежное. Ее не существует. Но исследователи довольно давно научились получать ее искусственно в лабораториях, свое же название она получила совсем недавно.

Все в тех же 20-х годах нашего века два американских физика Ленгмюр и Тонкс, изучая газовый разряд, назвали его греческим словом «plasma», что означало — ионизованный электрически нейтральный газ, содержащий равное количество положительных и отрицательных зарядов. Этот газ-плазма оказался настолько отличающимся от всех известных физикам состояний вещества, что стал самостоятельным объектом исследования.

Давайте попробуем каким-нибудь способом постепенно разогревать кусок обычного, вполне земного вещества, хоть железку. Сначала она раскалится, засветится. Затем связи в ней ослабнут, и она расплавится. Потом жидкость испарится и перейдет в газ. При дальнейшем нагреве молекулы газа не выдержат и разорвутся на атомы. Еще дальше — газ станет атомарным. А там начнут сдаваться и атомы. Электроны будут отрываться от ядер, и газ начнет переходить в плазму.

Примерно к температуре десять миллионов градусов плазма окажется полностью ионизованной. То есть вещество будет состоять из «голых» ободренных ядер и свободных электронов, которые мечутся в разные стороны, стремясь во что бы то ни стало сбросить возбуждение, отдать сообщенную энергию и обрести, образно говоря, покой.

При ста миллионах градусов частицы плазмы обретают такую скорость, что при встречах ядра могут начать разрушаться. Здесь мы подошли к границе ядерных превращений.

При миллиарде градусов вещество будет состоять уже только из протонов и электронов. Ядра распадутся. А при температурах более десяти триллионов ( $10^{13}$ ) градусов элементарные частицы получат возможность превращаться одна в другую.

Правда, представить себе все эти градусы довольно трудно. Нужно быть физиком-теоретиком.

Чем ближе познакомились физики с плазмой, тем больше убеждались в ее вздорном характере. Посудите сами: мы говорим, что плазма нейтральна. Но шустрые электроны куда более подвижны, чем массивные ионы, и потому они первыми, норовят ударить из дружного коллектива. Образуются нестабильные электрические поля. Под их влиянием частицы меняют свои направления, путают расчеты, делают поведение сгустка плазмы труднопредсказуемым. Плазма из всех сил стремится расширяться, коснуться стенок камеры, отдать энергию и... погибнуть.

Просто какая-то страсть к самоубийству. И чем выше температура плазмы, тем она норовистее. А при миллионах градусов, необходимых термоядерщикам, она становится просто бешеной.

Когда-то считали, что в недрах нашего светила горят запасы серы, каменного угля и прочих горючих ископаемых. Однако проверили поточнее, прикинули, оказалось, что будь Солнце даже просто из лучшего донецкого антрацита, его хватило бы лишь на несколько тысячелетий. Этого было явно мало. Следовало поискать другой, более долговечный источник. И он нашелся...

Если представить себе зарождающуюся звезду облаком холодной плазмы, сжимающейся под действием сил притяжения, то постепенно ее температура станет подниматься. Сначала немного нагреются недра, а там, глядишь, и весь шар покраснеет, засветится и засверкает. Превратится сжимающийся плазменный шар в пылающую звезду...

Впрочем, не надо, как говорится, эмоций! Посчитаем, прикинем... Если бы Солнце под действием собственной силы тяжести сжималось со скоростью 30 метров в год, оно бы «просветило» лет этак миллионов тридцать. Опять мало! По новым данным науки, Солнечная система существует, по крайней мере, четыре с половиной миллиарда лет. Миллиарда! Представляете?

Долго, очень долго источник солнечной энергии оставался для ученых загадкой. А потом в лабораториях физиков началось его постепенное разгадывание. В 1896 году французский физик А. Беккерель открыл радиоактивность. Помните — так мы называем самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов. Потом А. Эйнштейн установил зависимость массы и энергии. Это позволило английскому астроному и иностранному члену-корреспонденту Академии наук СССР А. Эддинггору выдвинуть идею прямого перехода массы Солнца в энергию. Правда, как это могло происходить, никто не знал.

Примерно в ту же пору неистовый и громоподобный Э. Резерфорд наблюдал первые искусственные превращения ядер. На лабораторной установке ядра атомов азота при бомбардировке их ядрами гелия иногда вдруг глотали эти «микробомбы» и превращались в ядра атомов кислорода, излучая лишний протон. Это было чудесно и совершенно непонятно. Картина стала проясняться, когда ученик Резерфорда Дж. Чедвик открыл нейтрон, а советский и немецкий физики Д. Иваненко и В. Гейзенберг независимо друг от друга построили модель атомного ядра из протонов и нейтронов. В 1939 году немецкий физик Х. Бете, бежавший от фашистов сначала в Англию, а затем в США, теоретически показал, что в солнечных недрах должны существовать, по крайней мере, два вида

реакций превращения водорода в гелий. Первая и основная — слияние двух протонов и образование тяжелого изотопа водорода — дейтерия, с излучением позитрона и нейтрино. И затем переход дейтерия в гелий с образованием новых свободных протонов. При этом количество высвобождающейся энергии оказывалось примерно в миллион раз больше, чем при химической реакции горения. Вторым типом реакции был углеродно-азотный цикл, который шел при более высоких температурах, очевидно, в самом солнечном ядре.

Прекрасно! Отныне, казалось, тайна Солнца разгадана. Ядерные реакции обеспечивали нашему светилу десять миллиардов лет жизни, что вполне устраивало физиков. Так что можно было успокоиться. Кстати, а что будет через оставшиеся пять миллиардов лет? Ядро Солнца к тому времени сожмется до такой степени, что температура и плотность в нем позволят ядрам гелия объединяться и образовывать углеродные ядра. Солнечная оболочка при этом распухнет до орбиты Венеры. И наше светило превратится в красного гиганта. На Земле к этому времени станет, увы, слишком жарко для жизни. Но до этого катастрофического периода время еще есть.

Как же работает Солнце? Во-первых, «ядерный котел» нашего светила занимает не так уж много места — примерно 2 процента объема в центре. Но в нем сосредоточено 50 процентов всей массы. Каждую секунду его топка потребляет около 5 миллионов тонн ядерного горючего, обеспечивая выход 4, 5 Е33 эрг энергии. Много это или мало? Судите сами: Земля получает едва ли стомиллионную долю. И этого оказывается достаточно, чтобы обеспечить нашу жизнь!

Я не стану в деталях расписывать реакции внутри Солнца. Заинтересовавшийся сам их легко отыщет в Учебнике (например, Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики. М., 1971, с. 221-222). Скажу только, что ядра гелия чуть-чуть легче, чем сумма слившихся в них протонов. Этот-то крошечный избыток массы и превращается в энергию сначала в виде жестких гамма-квантов и нейтрино, Нейтрино тут же удирают, из Солнца, а гамма-кванты, сильно взаимодействуя с веществом, пробираются к поверхности и в конце концов превращаются в кванты оптического излучения. Они-то и греют, они-то и светят нам с вами. А теперь подведем предварительные итоги:

1. Сколько состояний вещества мы знаем?

Три обычных: твердое, жидкое, газообразное; и четвертое — плазма.

2. Что такое плазма?

Ионизованный газ, состоящий из «ободранных» атомных ядер и электронов.

3. Какую плазму мы знаем?

Низкотемпературную ( $T=10^5$  К), используемую в ионных приборах, газовых лазерах, плазмотронах, МГД-генераторах, плазменных двигателях, а также в плазменной металлургии, обработке и в бурении. Высокотемпературную ( $T=10^6-10^3$  К) из смеси дейтерия и трития, которая предполагается быть использованной для управляемого термоядерного синтеза — термояда.

4. Чем отличается плазма от обычного газа?

Частицы плазмы не самостоятельны, а представляют собой единый коллектив, систему. Разреженная лабораторная плазма всегда является системой неравновесной и стремится к саморазрушению.

5. Почему устойчивы звезды, состоящие из плазмы? Потому что звездные условия не чета лабораторным. На Земле их так просто не достигнуть.

Советские физики-теоретики первыми высказали идею, согласно которой горячую плазму можно попробовать изолировать от стенок камеры, сжав собственным магнитным полем. Мысль была настолько простой и очевидной, и решение казалось таким красивым, что сомнениям просто не оставалось места.

Предположим, что нам удалось в разреженном газе создать мощный электрический разряд. Естественно, что на всем его пути молекулы и атомы ионизируются и газ превратится в плазму. Но плазма — сама великолепный проводник для электричества, и потому ток в ней будет нарастать. А вместе с током станет расти и его магнитное поле, охватывающее плазму, как обручами; и сдавливающее, сжимающее ее в тонкий шнур, отрывающее от стенок камеры.

Кажется, проще простого — частицы оторваны от стенок, ток нагревает плазму до звездных температур, ядра начинают сливаться, выделяя огромное количество тепла. Реакция становится самоподдерживающейся. Термоядерный «самовар» закипает...

В Институте атомной энергии имени И.В. Курчатова был создан Отдел плазменных исследований, во главе которого стал удивительный человек, один из бесспорных лидеров советской науки Лев Андреевич Арцимович.

Еще не прогремело эхо тзверого взрыва водородной бомбы, значит, не существовало и доказательства того, что даже неуправляемый термоядерный синтез возможен на Земле. А в лаборатории Арцимовича молодые энтузиасты готовились осуществить синтез управляемый.

Как они тогда работали! Все, от руководителя до лаборанта, были первыми в мировой науке. Они знали то, что хотели знать все, но не знал никто. И это знание было самым большим богатством — дороже золотых слитков и самородков, дороже самых больших и чистых алмазов из голубых кимберлитовых трубок. Вот что такое наука! Вот чем она всегда привлекала и будет привлекать к себе людей! Лев Андреевич был необыкновенно обаятельной личностью. Острый ум, широчайшая эрудиция и необыкновенно развитое чувство юмора.

— Что такое наука? — спросили его как-то.

— Наилучший способ удовлетворения собственной любознательности за счет государства, — не моргнув глазом ответил он,

Именно под руководством Л. А. Арцимовича в институте были разработаны установки типа «токамак». Это звучное название, ставшее международным, произошло от сокращения длинной определяющей фразы — «тороидальная камера с магнитным полем». В токамаках ток, возбужденный внешним индуктором и достигший огромной силы, протекает через плазму и нагревает ее до очень высокой температуры. Плазма как раз и находится в тороидальной вакуумной камере — таком полом бублике. Мощная магнитная система охватывает этот «бублик», создает магнитное поле, которое отжимает горячую плазму от холодных стенок камеры. В этом заключается основная идея токамака.

Для того чтобы термоядерная реакция протекала относительно спокойно и вместе с тем с большим выделением энергии, нужно удерживать плазму достаточной плотности в магнитном поле определенное время. Для каждой термоядерной реакции и температуры плазмы существует минимальное значение произведения концентрации ядер в единице объема — плотности плазмы на время ее удержания.

Так, к примеру, для термоядерной дейтерий-тритиевой реакции (ее часто называют просто Д+Т реакция) при температуре 100 миллионов градусов это произведение должно быть равно  $3E14$ . Как расшифровать эту цифру?

Если плотность плазмы  $1E14$  атомных ядер в одном кубическом сантиметре объема, то достаточно удержать ее в нагретом состоянии всего одну секунду, чтобы реакция пошла как надо. Это произведение плотности на время называют критерием Лоусона.

Как же обстоят дела у физиков сегодня? Плотность плазмы нужного предела уже достигла. Температура пока ниже. Время удержания доходит до одной десятой секунды. В общем, не так плохо.

Сегодня главное внимание физиков-термоядерщиков сосредоточено на токамаках как на наиболее перспективных установках. Но это вовсе не значит, что для осуществления управляемого термоядерного синтеза нет других путей.

Сейчас в нашей стране создан токамак-15. В нем плазма объемом в 23 кубометра будет нагрета уже до 70-80 миллионов градусов. И главный параметр удержания этого беспокойного детища современной физики совсем немного не дотянет до критерия Лоусона.

Еще ближе к заветному критерию предполагают подойти ученые объединения «Евратом» на строящемся токамаке «ДЖЕТ». Здесь объем высокотемпературной дейтериевой плазмы будет около двухсот кубических метров. По своим параметрам плазма должна выйти на рубеж реакторной. Таким образом, физики мира собираются

продемонстрировать получение реакторной плазмы, а затем передать дело в руки инженеров.

Советские специалисты полагают, " что первые практические термоядерные генераторы должны использовать обмотки из сверхпроводников. Это сразу же снизит колоссальные затраты энергии на поддержание магнитного поля, удерживающего плазму. Здесь нужно иметь в виду, что при работе токамак потребляет столько электричества, сколько хватило бы на жизнь целому городу. Так что экономия — дело не лишнее.

Опыт работы с такими обмотками имеется. Магнитная система токамака-7 была выполнена с использованием сверхпроводников. Учитывая всемирную заинтересованность в решении проблемы управляемого термоядерного синтеза, Советский Союз предложил построить интернациональный термоядерный реактор «Интор». Его проект разрабатывается международной группой ученых и инженеров и уже прошел международное обсуждение. Предстоит решить, позволит ли политическая обстановка в мире осуществить задуманное.

А теперь еще раз подведем итоги;

1. Что такое термояд?

Управляемый термоядерный синтез, основанный на реакциях перестройки атомных ядер с большим энергетическим выходом.

2. Что нужно сделать, чтобы зажечь в плазме огонь термояда?

Нагреть до звездных температур, сжать до необходимой плотности, обеспечив критерий Лоусона.

3. Что такое критерий Лоусона?

Произведение времени удержания высокотемпературной плазмы на плотность ее частиц. Если это произведение превышает  $1E14$  с\*см<sup>-3</sup>, то выделяющаяся управляемым термоядерным синтезом энергия больше подводимой к системе.

4. Что такое токамак?

Тороидальная камера с магнитным полем — семейство советских тороидальных магнитных ловушек для получения контролируемой термоядерной реакции в высокотемпературной плазме. Слово «токамак», как и слово «спутник», принято во всех языках мира.

5. Когда физики получают термоядерную энергию?

...

Какой видится завтрашняя энергетика сегодня? Пожалуй, я бы разделил все имеющиеся способы получения электрической энергии на две большие группы. Поскольку наша книга не является специализированным руководством по энерготехнике, думаю, такая вольность допустима. К первой группе можно отнести, так сказать, электрическую энергию рукотворную. Тут и ГЭС, и ТЭС, и АЭС, тут термояд, МГД-генераторы, термоэлектрогенераторы, термоэмиссионные преобразователи и топливные элементы. Ко второй — энергию, которую нам дарит природа: то есть гелиоэнергетика, энергия геотермальная, энергия ветра, волн и приливов.

Мы уже рассмотрели способы получения электрической энергии традиционным путем и даже познакомились с управляемым термоядерным синтезом. Теперь пора перейти к тому, что будет завтра. Давайте начнем с одного из главных способов получения энергии будущего — с МГД генератора.

Когда-то Фарадей заметил, что коль скоро в проводе, который движется между полюсами магнита, течет электрический ток, то он же должен возникнуть и в потоке проводящей электричество жидкости, помещенной там же. Казалось бы ничего нового в том высказывании нет, но именно в нем заключена идея МГД-генератора.

Сначала суть: при сгорании органического топлива, к примеру природного газа, при достаточно высокой температуре (не менее 2500° С) газ сей должен, как мы с Вами уже знаем, перейти в состояние частично ионизированной плазмы, то есть стать электропроводным, Если же к потоку плазмы добавить какое-нибудь легко ионизирующееся вещество, ну хотя бы пары щелочных металлов — калия, натрия или

цезия, то электропроводность низкотемпературной плазмы резко возрастет.

Теперь представьте себе, что мы стали продувать эту горячую проводящую плазму через достаточно мощное магнитное поле. В плазме тут же появился электрический ток. Если при этом к стенкам канала, по которому сквозь магнитное поле стремится поток плазмы, приделать электроды, замкнутые на внешнюю цепь, то по цепи пойдет ток.

Ну что? Просто? В принципе работа МГД-генератора не отличается от работы генератора Фарадея классической схемы. Только в электромеханическом генераторе проводником служит обмотка ротора, а в МГД-генераторе — поток подогретой плазмы. Электрический ток в плазме, взаимодействуя с магнитным полем, тормозит движение плазмы. И её кинетическая энергия превращается в тепловую. Конечно, все не так просто в реализации, как в идее. Газ приходится подогревать, то есть сжигать. А это та же ТЭЦ. Да еще добавлять в него металлические пары. А чтобы канал, по которому мчит струя плазмы в  $2500^{\circ}\text{C}$ , не развалился, его нужно делать, жаропрочным, как содао ракеты. Кроме того, отработанную плазму, сохраняющую свою температуру, нужно тоже на что-то употребить. Хотя бы на подогрев пара для обычной турбины...

Э! — скажет экономически подкованный читатель. Чем она, плазма, лучше обычного топлива в ТЭЦ?

Не нужно торопиться. Какой КПД у самих лучших ТЭЦ? Не более 40 процентов, остальные 60 — летят в трубу, нагревая и обильно засоряя атмосферу, МГД-установки позволят 25 процентов от этих шестидесяти, выбрасываемых в трубу, сэкономить. Это сейчас — 25, а в будущем, может быть, и 50 процентов." Более того, магнито-газродинамическое преобразование энергии сможет применяться и в ядерной энергетике, поскольку позволит исключить паровой котел как промежуточное звено, а следовательно, и повысить КПД,

Пока, конечно, на пути к МГД-генератору взяты еще не все карьеры. Непонятно, из чего делать канал для плазмы. Тут дело упирается в надежность материалов. Кроме того, нужно создавать на всем протяжении плазменного канала, а это метров двадцать, магнитное поле очень большой интенсивности. Наконец, постоянный ток, получаемый от МГД-генератора, придется преобразовывать в переменный.

Но кое-какие успехи на этом пути уже имеются. Несколько лет назад жители московского района Ховрино стали получать электроэнергию не от городской линии электроснабжения, а от расположенного неподалеку Института высоких температур АН СССР. Это заработала пока единственная на всей Земле установка У-25 мощностью 20 мегаватт для магнитогазродинамического преобразования энергии. А москвичи между тем этого события-то и не заметили.

Недавно МГД-генератору нашли новое и совершенно необычное применение. Его использовали для глубинного электромагнитного зондирования земной коры и верхней мантии. Сначала с помощью передвижного генератора геологи экспериментировали на Урале, потом установку перевезли на Кольский полуостров. На этом участке Балтийского щита на поверхность выходят древнейшие образования Земли, Именно здесь открываега возможность наиболее полно изучить строение кристаллического фундамента, скрытого обычно под осадочными породами.

Года два тому назад мне довелось побывать на Кольской сверхглубокой скважине, которую вот уже не один год бурят неподалеку от города Заполярного. Это самая глубокая скважина в мире — двенадцать с лишним километров. Еще когда буровики вышли только на десятикилометровый рубеж, министр геологии, рассказывая о научных достижениях Кольской сверхглубокой, образно говорил о «десяти тысячах метров открытий». И вот теперь у геологов появилась возможность сравнить результаты МГД-зондирования с кернами, добытыми буровиками с разных горизонтов.

Глубинное электромагнитное зондирование земной коры и верхней мантии в принципе метод не новый. Но раньше как у нас, так и за рубежом, использовались главным образом естественные источники электромагнитного поля. Чаще всего вариации магнитного поля Земли, которые возникают в результате взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой и ионосферой нашей планеты в царстве полярных сияний, то есть

на высотах 100-200 километров. Эти вариации возбуждали в теле планеты вторичные поля, которые, проникая на десятки и даже сотни километров в глубину, приносили оттуда информацию о строении недр. Это так называемые магнитотеллурические методы геофизических исследований. Непростое дело. Лучше, конечно, иметь дело с искусственными источниками тока. Некоторое время так и делали. Устанавливали на автомобилях генераторы, которые позволяли зондировать землю до глубин в несколько километров. Мало!

Лишь когда по инициативе Института атомной энергии имени И.В. Курчатова в геоэлектрику стали внедрять мощные импульсные МГД-генераторы, в описываемых методах наметился существенный поворот.

Научный эксперимент «Хибины», проведенный на Кольском полуострове, в Северной Карелии и на территории Финляндии, позволил по-новому подойти к проблеме исследования глубинной электропроводности земной коры. Геофизики сделали немало новых интересных открытий, перечеркнули некоторые прежние представления. Перед геологами открылась новая перспектива в исследованиях глубинного строения рудных полей.

### Работает термоэлектричество

В 1821 году немецкий врач Томас Иоганн Зеебек состоятельный человек, не утруждающий себя медицинской практикой, а отдающий время физическим опытам, случайно открыл удивительное явление. Он воспроизводил опыты Эрстеда и, размышляя о результатах подумал: «Не мог ли магнетизм, возбуждаемый током родиться из прямого соприкосновения двух разнородных металлов без помощи слоя жидкости между ними?» Эта мысль, пришла в голову герру Зеебеку не без помощи описаний опытов Вольты. Он замкнул медную катушку мультипликатора висмутовым диском и заметил, что каждый раз, когда нажимает рукой на один из контактов, стрелка мультипликатора слегка отклоняется.

Опыт за опытом, серия за серией... Зеебек нажимал на контакты через мокрую бумагу, через стекло, нажимал короткое время, нажимал долго... В конце концов, он убедился, что эффект обусловлен нагреванием одного из контактов. И тогда он опубликовал результаты исследования, написав, «что теплота, которая сильнее передается одному из мест контакта металлов является причиной магнетизма». Обратите внимание — «магнетизма», а не электричества. Исходя из этих соображений, Зеебек назвал открытое им явление «термомагнетизмом».

Эрстед и Фурье, повторившие в 1823 году опыты Зеебека, собрали столбик из нескольких пар контактов, произвели с помощью полученного тока электролиз и предложили назвать новое явление, открытое Зеебеком, «термоэлектричеством». Зеебек долго и упрямо спорил, возражая против такой замены. Но целесообразность предложенного была столь очевидной что никто его не слушал. Термоэлементы получили широкое распространение, так как давали постоянную ЭДС.

Если составить электрическую цепь из последовательно соединенных различных материалов, сегодня это обычно полупроводники, то получится термоэлектрический генератор. Как и МГД-генератор, он самым непосредственным путем преобразует тепловую энергию в электрическую, и его коэффициент полезного действия ограничивается вторым началом термодинамики.

Сегодня — термоэлектрические генераторы находят некоторое применение в различных системах, но они маломощны и пока дорога, КПД их невелик.

Термоэмиссионные преобразователи основаны на явлении термоэлектронной эмиссии. Это явление заключается в том, что нагретые тела испускают в результате теплового возбуждения электроны в окружающее пространство. Явление термоэлектронной эмиссии можно рассматривать как испарение электронов из эмиттера. И на этом эффекте была основана работа электронных ламп — целой эпохи в развитии

радиосвязи.

Термоэлектронные генераторы, или термоэлектронные преобразователи, работают так: в вакуум помещают два электрода. Один — эмиттер подогревают, другой — коллектор — охлаждают." Если эмиттер с коллектором соединены внешней электрической цепью, то по ней потечет ток. Таким образом, ТЭГ или ТЭП также преобразуют непосредственно тепловую энергию в электрическую, минуя ступень механической энергии. И их КПД должен также ограничиваться вторым законом термодинамики.

К сожалению, пока еще не удалось получить термоэлектронные преобразователи с достаточно хорошими технико-экономическими показателями. Сейчас они применяются в маломощных автономных системах, хотя работы по улучшению их показателей, ведутся во многих научных подразделениях мира с большой интенсивностью и высокими темпами.

Топливные элементы часто называют электрохимическими генераторами — ЭХГ. В них осуществляется прямое преобразование химической энергии в электрическую. Основными частями топливного элемента являются анод, катод, электролит и органы управления. А делятся они на высокотемпературные, средне — и низкотемпературные. Принцип их работы заключается в следующем: представьте себе, что реакция горения водорода в атмосфере кислорода разделена на два процесса; в одном из них участвует водород, в другом — . кислород.

Эта идея возникла еще в прошлом веке. Все дело заключалось в создании подходящей конструкции. Водород, попадая на металлический электрод, переходит в атомарное состояние. При этом электроны, заряжая электрод отрицательно, уходят в металл, а ядра атомов — в раствор электролита. Примерно такой же процесс происходит и на втором электроде, на который подается кислород. Только здесь накапливается положительный заряд. В электролите возникают отрицательно заряженные ионы ОН. Соединяясь с ионами кислорода, они образуют воду, которая удаляется из элемента. Если оба электрода соединить внешней цепью, то по ней пойдет ток.

Сейчас пока лучше разработаны низкотемпературные топливные элементы низкого давления. Здесь имеется водородный контур, который состоит из криогенного баллона, испарителя, регулятора давления, насоса и конденсатора для воды. Из баллона жидкий водород поступает в испаритель-перегреватель, погруженный в электролит. Электролитный контур предназначен в основном для удаления тепла, выделяемого в топливных элементах. В кислородном контуре также есть криогенный баллон, испаритель, регулятор давления и насос. То есть все те же составляющие части, что и в водородном контуре. Испаритель-перегреватель погружен в электролит.

Одним из наиболее активных видов топлива для топливных элементов является в настоящее время гидразин, дающий в качестве единственного продукта реакции азот. К сожалению, он пока дорог и вдобавок ядовит. Тем не менее уже построены и испытываются двигатели для электратедежек. А это начальный вариант рабочих моделей электромобилей. Правда, пока удельная мощность топливных элементов — в три раза меньше по сравнению с бензиновыми двигателями. Но мы можем сказать: есть все основания считать этот путь создания электромобилей перспективным. Используются топливные элементы и в качестве небольших по мощности бортовых источников тока в космических аппаратах. Есть надежда, что при решении вопроса об использовании более дешевого топлива и окислителя, например, природного газа и воздуха, топливные элементы в дальнейшем найдут применение и в большой энергетике.

### Солнцу и ветру навстречу...

Однажды мне довелось побывать на одном предприятии. Это был новый завод, оборудованный по последнему слову техники. Чтобы попасть в цех, нужно было пройти несколько фильтров-тамбуров, сменить одежду.

В установке, в горячей трубке-реакторе, где температура выше тысячи градусов, под точными дозами ионных лучей смешиваются пары бесцветных жидкостей. Идет реакция. В результате на стенках реактора вырастают тонкие игольчатые кристаллы чистого кремния.

Сто лет назад этот способ промышленного получения высокочистого кремния был предложен замечательным русским химиком Николаем Николаевичем Бекетовым. Но не имелось возможностей осуществить технологическую цепь. Да и сверхчистый кремний не был так остро необходим, как сегодня.

Полученные в реакторе бесцветные иголки собирают, долго моют в кислоте, измельчают, снова и снова переплавляют, добываясь неправдоподобной чистоты, и, наконец, превращают в монокристаллы — важнейший полупроводниковый материал. Из него собирают «солнечные крылья» батарей автоматических межпланетных и орбитальных станций. В кристаллах сверхчистого кремния, поглотивших квант света, освобождаются электроны. И если соединить освещенную сторону батареи с неосвещенной внешней цепью, то по ней потечет электрический ток.

Кремниевые преобразователи солнечной энергии могут питать электричеством не только сложное хозяйство космических летательных аппаратов. Они могут работать на Земле. И снова — экономика: сегодня стоимость одного киловатта установленной мощности, то есть величина всех капитальных вложений, равна: для тепловых электростанций — 200 рублей, для гидроэлектростанций — 350. А вот киловатт установленной мощности при использовании полупроводниковых преобразователей все еще стоит около 10 тысяч рублей, а то и поболее.

Но уж очень это дело заманчиво! Полная мощность излучения нашего дневного светила равна примерно  $4E26$  ватт. Конечно, Земле достается из этого обилия пустяк — всего  $1,78E12$  ватт. Но в течение года это дает примерно  $1,56E18$  кВт\*ч. Не так-то уж и мало...

Конечно, часть еще поглощается и отражается атмосферой. Но и тогда общая мощность излучающегося на поверхность Земли солнечного излучения равна величине, близкой к  $1E14$  кВт. Если бы человечеству удалось освоить хотя бы тысячную долю этой энергии, проблему, над которой мучительно бьемся последние годы, можно было бы считать решенной.

Кое-где на Земле — пока в рекламных целях, построены автомобили и даже самолеты, работающие на солнечных батареях. Работает солнечный свет и в качестве бакенщиков, зажигая с наступлением темноты огни маяков. Есть микрокалькуляторы с солнечной батарейкой вместо обычной. В общем, «малая энергетика» осваивает свет всюду... А какие перспективы у «большой энергетика»?

К сегодняшнему дню уже определился конструктивный облик космической электростанции будущего. Это грандиозное сооружение массой в 20-60 тысяч тонн, поднятое над Землей примерно на высоту 36 тысяч километров на геостационарную орбиту. Мощность такой космической электростанции — КЭС оценивается в 5 миллионов киловатт. Это на миллион киловатт больше мощности самой крупной в Европе Ленинградской АЭС. Чтобы обеспечить такую мощность, тысячи и тысячи солнечных батарей придется разместить на панелях площадью около 50 квадратных километров.

На такой высоте станция будет круглосуточно освещаться Солнцем и непрерывно вырабатывать электрическую энергию. Лишь весной и осенью раз в сутки она станет на 1 час 15 минут входить в тень Земли.

Транспортировать вырабатываемую энергию на Землю можно с помощью лазерного луча или сверхвысокочастотного излучения. На Земле нам придется для этого построить огромную антенну в несколько километров диаметром. Принятая энергия, преобразованная в электрический ток, поступит в энергосистему страны.

Несмотря на кажущуюся фантастичность реализации такого проекта, принципиальных трудностей нет. Зато технических — хоть отбавляй. И конечно, такое строительство нужно вести в условиях международного сотрудничества и международной

кооперации, в условиях прочного мира, а не под нацеленными ракетами любых систем.

Строительство КЭС встречает не только безоглядную поддержку ученых. Раздаются голоса, с отрезвляющей холодностью подсчитывающие, во что это обойдется человечеству. Например, для запуска космических кораблей, доставляющих с Земли на орбиту элементы конструкции предполагаемой КЭС с предполагаемой массой в те же 20-60 тысяч тонн, понадобится сжечь столько топлива, что количество углекислого газа в атмосфере превысит допустимый порог и начнутся необратимые процессы таяния ледников на Земле. Стоить же это топливо будет столько, что никакая энергия не сумеет его окупить в течение ближайшего полувека. А за 50 лет в земной энергетике могут произойти такие перемены, что КЭС окажется просто ненужной.

Явление фотоэффекта было открыто еще в 70-х годах прошлого столетия. И с тех пор интенсивно изучается в лабораториях и применяется на практике. КПД практически используемых кремниевых фотоэлементов сегодня невелик — всего 1-14 процентов. Может быть, и «не стоит овчинка выделки»? Тем более, что наша страна располагает весьма значительными запасами природного топлива, а расположена она в такой климатической зоне, где плотность солнечной энергии на большей части территории незначительна. Чтобы выработать получаемую сегодня нашей страной электроэнергию с помощью солнечных батарей, ими пришлось бы покрыть не менее 10 тысяч квадратных километров земли в среднеазиатских районах...

И все-таки «на определенном этапе развития цивилизации, — говорит — академик Ж. Алферов, — крупномасштабное использование солнечной энергии становится просто необходимым».

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986 — 1990 годы и на период до 2000 года», утвержденных XXVII съездом КПСС, определена конкретная стратегия совершенствования всех отраслей нашего социалистического хозяйства, в том числе энергетике и энергетического машиностроения нашей страны. Нам предстоит значительно ускорить развитие машиностроения. Осуществить коренное повышение технического уровня выпускаемой продукции. Обеспечить создание и освоение производства техники новых поколений, позволяющей многократно повысить производительность труда, улучшить его условия, существенно снизить материальные затраты...

Эффективнее развивать топливно-энергетический комплекс, реализовать Энергетическую программу СССР. В целях улучшения топливно-энергетического баланса страны увеличить выработку электроэнергии на атомных электростанциях не менее чем в 5-7 раз... Шире использовать нетрадиционные возобновляемые источники энергии и вторичные энергетические ресурсы.

Партия обращается ко всему советскому народу с призывом включиться в рациональное ведение хозяйства, проявлять инициативу, рачительно относиться к тому, что является нашим общим достоянием. Но для того, чтобы разумно хозяйствовать, сегодня мало одного желания. Нужны знания и умения. Под влиянием научно-технической революции мир вокруг нас стремительно меняется. Меняемся и мы с ним.

Разумная человеческая деятельность, опираясь на науку и технику, стала определяющим фактором взаимоотношений природы, и общества во всепланетном, глобальном масштабе. Фактически мы — люди создали искусственную сферу обитания для себя, приспособив природу к возможностям человеческого организма. Люди построили дома, снабдив их централизованным теплом и светом, проложили дороги, изобрели различные виды транспорта с помощью которого одержали победу над расстояниями. Создали всевозможные виды связи, обеспечивающей не только обмен информацией, но и управление с помощью этой информации другими техническими системами.

Для обеспечения комфорта люди поставили себе на службу многие, дремавшие до поры, силы природы и с их помощью приспособили, перестроили биосферу Земли для себя.

Однако, за каждое достижение нужно платить. Создав искусственный мир, освободив могучие силы, человек сам оказался их пленником. Можем ли мы сегодня представить себе жизнь больших многомиллионных городов, например, без электричества, водоснабжения, теплофикации, транспорта и связи? Это было бы не просто аварией, это было бы катастрофой.

При этом нужно отметить, что все большее количество освобождённых сил, все большие объемы энергопоставляющей техники, обрабатывающей техники, обеспечивающей условия жизни в городах и поселках, управляются автоматически малыми, но чрезвычайно сложными приборами и аппаратами, специально созданными людьми для целей управления. Да человек и не может в большинстве случаев непосредственно регулировать работу сложных и могучих агрегатов без автоматов — посредников.

Именно поэтому такое большое внимание в наши дни обращают на развитие автоматики. Автоматизация, роботизация промышленности — это верный путь ускорения научно-технического прогресса, перевода промышленности на рельсы интенсификации. В Основных направлениях указано, что в электротехнической промышленности необходимо "опережающими темпами наращивать выпуск автоматизированных электроприводов. Развивать высокоавтоматизированные производства электродвигателей, аккумуляторных батарей, бесконтактной низковольтной и высоковольтной аппаратуры, силовых полупроводниковых приборов и модулей, волоконно-оптических кабелей связи и других электротехнических изделий. Освоить серийный выпуск лазерных технологических установок мощностью излучения до 10 киловатт, комплектующих изделий для гибких производственных систем, промышленных роботов и средств автоматизации, электрооборудования для автосамосвалов большой грузоподъемности. Расширить производство электропогрузчиков, оснащенных, малогабаритными энергоёмкими аккумуляторными батареями. В современном сложном хозяйстве все его отрасли оказываются взаимосвязанными. И это прекрасно учтено в историческом документе, принятом на XXVII съезде партии В качестве программы нашего дальнейшего развития и совершенствования. Было бы бессмысленно развивать передовую производящую и обслуживающую технику, создавать новые технологии без управляющих и контролирующих приборов. И в Основных направлениях говорится: "В приборостроении опережающими темпами осуществлять изготовление высоконадёжных систем промышленной автоматики на базе электроники, прежде всего для управления технологическими процессами. Ускоренно развивать выпуск средств автоматизации управленческого и инженерного труда, малых электронно-вычислительных машин высокой производительности, персональных электронно-вычислительных машин, систем числового программного управления для многофункциональных станков и гибких производственных модулей, программируемых командоаппаратов для различных видов оборудования.

Увеличить производство программных средств для вычислительной техники и автоматизированных систем управления.

Обеспечить создание и освоение серийного выпуска автоматических средств технической диагностики машин и оборудования, средств неразрушающего контроля, комплексов новых приборов проверки качества промышленной и сельскохозяйственной продукции, контроля состояния окружающей среды. Наращивать выпуск при контроле и регулирования расхода топливно-энергетических ресурсов и воды...

Значительно расширить в приборах и средствах автоматизации применение элементной базы повышенной надёжности и быстродействия, сверхбольших интегральных схем, лазерной и волоконно-оптической техники".

Огромные задачи поставлены перед советской наукой и техникой. Для их выполнения немало придется потрудиться инженерам-физикам, занимающимся созданием полупроводниковых приборов, лежащих в основе «элементной базы» большинства средств автоматизации. Плохие полупроводники — значит, ненадежные

большие и сверхбольшие интегральные схемы, значит, в обработке и преобразовании команд, поступающих на них в виде электрических импульсов, могут быть сбои. Тогда процесс управления всем объемом вычислений и управлений, взаимодействием различных устройств цифровых вычислительных машин будет проходить с искажением программы. Негодными окажутся микропроцессоры. Управляющие системы, в которых ненадежно работают компьютеры и вычислительные машины, никуда не годны.

Интересно, что еще полвека назад полупроводниками называли вещества, плохо проводящие электричество, например, хлопчатую бумагу, дерево и т.п. Сегодня-изменился даже смысл этого слова — так стремителен научно-технический прогресс. Сегодня полупроводники — обширный класс веществ, обладающих особыми свойствами. Электрический ток в полупроводниках создается не только электронами-частицами с отрицательным зарядом, но и «дырками» — частицами, как бы обладающими положительными зарядами, равными заряду электрона, и такой же массой, как у электрона. На самом деле «дырки» — это никакие не частицы, а вакантные места, с которых ушли электроны. Но ведут они себя в полупроводниках как частицы.

Существуют, полупроводники, у которых электронная составляющая тока больше, их называют полупроводниками с электронной проводимостью. А есть полупроводники с дырочной проводимостью. В них преобладает дырочная компонента тока.

Полупроводники могут быть кристаллическими, аморфными и даже жидкими веществами. К ним относятся некоторые элементы, такие, например, как кремний и германий, селен, теллур, мышьяк, фосфор и другие, а также большинство окислов, сульфидов, селенидов и теллуридов, некоторые сплавы, минералы и тому подобные вещества. Перечислить их сегодня практически невозможно. Список все равно получился бы неполным, поскольку количество полупроводников непрерывно растет.

Исчезни из нашей жизни сегодня полупроводники — и забуксует научно-технический прогресс. Человеческая цивилизация окажется отброшенной на много лет назад, настолько глубоко проникли эти удивительные материалы в нашу действительность. Катализаторами современного научно-технического процесса назвал Михаил Сергеевич Горбачев микроэлектронику, вычислительную технику и приборостроение, которые оказывают решающее влияние на эффективность средств труда, технологических систем во всех отраслях. А ведь именно эти катализаторы целиком и полностью зависят от полупроводников.

Удивительны по силе проникновения в надежды и чаяния всего советского народа принятые на XXVII съезде КПСС основные партийные документы. Они всесторонне охватывают нашу жизнь в ее многообразных направлениях.

В Основных направлениях о развитии топливно-энергетического комплекса говорится так: "В электроэнергетике довести в 1990 году выработку электроэнергии до 1840 — 1880 миллиардов ватт-часов, в том числе на атомных электростанциях до 390 миллиардов ватт-часов.

Обеспечить дальнейшее совершенствование структуры энергетических мощностей. В европейской части страны и на Урале осуществлять сооружение крупных атомных, а в восточных районах страны — конденсационных тепловых электростанций единичной мощностью 4 — 6 млн. ватт и гидроэлектростанций. Ускорить строительство атомных станций с реакторами на быстрых нейтронах, создание маневренных энергетических мощностей, демонтировать устаревшее оборудование мощностью 15 млн. ватт, модернизировать энергетическое оборудование мощностью не менее 25 млн. ватт.

Предусмотреть дальнейшую централизацию теплоснабжения за счет сооружения преимущественно мощных ТЭЦ на органическом и ядерном топливе, атомных станций теплоснабжения и крупных котельных.

Продолжить формирование Единой энергетической системы страны, осуществить строительство межсистемных линий электропередачи напряжением 500, 750 и 1150 киловольт переменного тока, и 1500 киловольт постоянного тока, а также распределительных электросетей".

Большие и непростые, задачи поставлены перед, энергетиками. Но другого пути у "нас нет. И советские люди хорошо это понимают, свидетельством чему уверенность и оптимизм, которые звучали во всех выступлениях делегатов XXVII съезда партии. Мы готовы делом ответить на призыв съезда, потому что программа, начертанная им, — это программа улучшения жизни всего советского народа.

"XXVII съезд КПСС собрался на крутом переломе в жизни страны, современного мира в целом, — говорил в Политическом докладе Центрального Комитета КПСС Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С. Горбачев. — Мы начинаем работу с чувством глубокого понимания своей ответственности перед партией, и советским народом. И каждый из нас должен с такой же ответственностью относиться к своей работе в новом периоде нашей жизни. Ответственность! — вот подлинный символ наступившего времени!

Трудящиеся Ленинграда и области вместе со всем советским народом обязались к открытию XXVII съезда КПСС досрочно выполнить и сдать государству запланированные объемы промышленного, производства. Обязательство ленинградцев предусматривало в ходе социалистического соревнования изготовить и поставить энергетическое оборудование для Балаковской, Ровенской и Запорожской АЭС, установки термоядерного синтеза «Токамак-15» и приступить к комплексным испытаниям генератора мощностью 300 тысяч киловатт, впервые созданного в мировой практике под руководством академика И.А. Глебова.

Все обязательства, взятые на себя ленинградцами ко дню открытия XXVII съезда КПСС, были выполнены. Советский народ на экранах телевизионных приемников мог видеть, как сходили с конвейера Кировского завода «тридцать три богатыря» — тридцать три сверхплановых трехсотсилльных трактора «Кировец». Со стапеля сошел океанский теплоход «Александр Старостенко»...

Реализуя одобренную Центральным Комитетом партии территориально-отраслевую программу «Интенсификация-90», ленинградские машиностроители в 1986 году обязались создать двадцать гибких автоматизированных линий и участков, внедрить в промышленность шестьдесят гибких производственных модулей, сорок автоматизированных систем проектирования технологической подготовки и управления производством.

Конструкторы и производственники записали в свои планы обязательство — в течение 1986 года разработать и освоить производство более трехсот новых типов машин, оборудования, приборов и средств автоматизации. Организовать производство конкурентоспособных гибких производственных модулей и систем механической обработки деталей на основе устройств числового программного управления с повышенными параметрами — надежности. При этом довести удельный вес продукции высшей1 категории качества в машиностроении до 55 процентов объема, подлежащего аттестации.

Для успешной реализации Энергетической программы ленинградцы обязались поставить с опережением, реакторное оборудование для Крымской и Калининской АЭС, энергетическое оборудование для Мингечаурской, Шульбинской ГЭС, а также для строящихся электростанций в Болгарии и во Вьетнаме.

На важнейшие народнохозяйственные объекты в течение года уйдут шестьдесят три мощных карьерных экскаватора.

За счет комплексной механизации и автоматизация промышленных предприятий уже к 69-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции будет сокращен уровень ручного труда и выполнен план первого года пятилетки по росту производительности труда в промышленности.

Выступая на собрании актива Ленинградской партийной организации 17 мая 1985 года, Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С. Горбачев сказал: «...Надо поставить такую задачу — вся продукция промышленности Ленинграда и Ленинградской области должна быть конкурентоспособной на мировом рынке. Только так! Ну как мы можем всю страну ориентировать на это, если Ленинград не возьмется и не поставит такую задачу?»

Высокая оценка дана возможностям ленинградцев, но велик и спрос с них. Для выполнения взятых на себя обязательств нужно всемерно повышать уровень организованности производства, улучшать дисциплину и порядок. И в этом направлении 1986 год будет для Ленинграда весьма впечатляющим. Должны быть сокращены до 10 процентов потери рабочего времени, ликвидировано более 8 тысяч малоэффективных рабочих мест. И все установленные задания во всех отраслях народного хозяйства завершить с меньшей против плана численностью работающих на 15 тысяч человек.

Ведущие предприятия машиностроения и легкой промышленности предполагают с опережением плановых сроков осуществить реконструкцию. А такие производственные объединения, как «Ижорский завод» имени А.А. Жданова, «Светлана», «Позитрон», обязались на треть сократить нормативные сроки освоения новых мощностей.

Взяты повышенные обязательства по усилению режима экономии, по досрочному выполнению годового плана сельскохозяйственной продукции, по повышению качества и технического уровня строительства, по развитию транспорта, бытовых услуг...

Ленинградцы заверили Центральный Комитет, что все взятые на себя обязательства они выполнят. И в этом пример подлинно ответственного отношения к своему делу.

Современный этап научно-технической революции создает огромные возможности для всесторонней интенсификации народного хозяйства. Но для этого следовало прежде всего выбрать приоритетные направления научно-технического прогресса и, опираясь на передовые достижения, создать условия для его резкого ускорения,

В нашей стране создан мощный научный потенциал, вполне позволяющий решать крупные и сложные народнохозяйственные задачи. Однако целый ряд крупных просчетов в технической политике, неумение, а может быть, и нежелание ряда министерств заглянуть в завтрашний день привели к тому, что, обладая передовыми идеями и приоритетом во многих научных разработках, мы отстали в освоении прогрессивной технологии. Более того, еще и по сей день доводится сталкиваться с тем, что некоторые специалисты продолжают отказывать технологии в высоком звании самостоятельной науки. Не все еще прониклись сознанием важности этой отрасли знания, не уяснили смысл этого нового и одновременно такого старого понятия, как технология.

Термин «технология» происходит от соединения двух греческих слов: *techne* — искусство или мастерство и *logos* — слово или учение. Получается — наука о мастерстве. Согласно энциклопедическому словарю, технология есть совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, формы сырья; материала или полуфабриката, которые осуществляются в процессе производства продукции.

Основная задача технологии как науки заключается в выявлении физических, химических, механических и других закономерностей Материалов, которые должны быть подвергнуты обработке, в поиске наиболее эффективных и экономичных производственных процессов. Короче говоря, технология — это средство воплощения физических идей в реальность!

Сегодня технология с полным правом считается научной дисциплиной комплексного типа, построенной на достижениях самых разных отраслей фундаментальных наук: физики и химии, физической химии, квантовой физики, квантовой химии и многих других естественных наук.

Партия придает важнейшее значение освоению новейших технологий нашей промышленности. Об этом говорилось и на XXVII съезде КПСС.

Очень важным периодом для дальнейшего развития нашей страны является двенадцатая пятилетка. По намеченным планам она должна быть знаком значительного опережения в отрасли машиностроения. Ведущую роль этой отрасли народного хозяйства нельзя недооценивать, говорили делегаты съезда. Рост машиностроения создает реальную основу для технического перевооружения всего производственного аппарата страны на новой современной основе. Причем для обеспечения заданного роста всего машиностроения необходимо, чтобы еще быстрее развивались такие обеспечивающие отрасли, как станкостроение, приборостроение, электроника и электротехника.

Для более оперативного управления этой непростой отраслью народного хозяйства

образовано Бюро Совета Министров СССР по машиностроению.

Планами, новой пятилетки предусматривается и дальнейшее развитие и важнейших ролей в ускорении научно-технического прогресса. Достаточно сказать, что в соответствии с Энергетической программой СССР к концу пятилетки должен почти удвоиться удельный вес выработки электроэнергии на атомных электростанциях. Он составит более 20 процентов всей энергии, вырабатываемой электростанциями Советского Союза. Это снизит ту дополнительную потребность в органическом топливе, которая возникла в предыдущей пятилетке за счет недостаточного ввода в действие мощностей по атомным электростанциям.

Такой выбор приоритетов, формирование межотраслевых и внутриотраслевых пропорций по всему составу народного хозяйства носит название структурной политики, которой партия всегда придавала и придает исключительно важное значение.

Солнце можно заставить работать не только с помощью фотоэлектрических преобразователей. Уже довольно давно люди используют непосредственно тепло солнечных лучей для нагревания парового котла, пар которого крутит классический турбогенератор. Что для этого нужно? Прежде всего для фокусировки солнечных лучей необходим так называемый гелиоконцентратор. Его задача — собрать, сфокусировать солнечные лучи, в результате чего повышается плотность довольно рассеянной солнечной радиации. Затем — паровой котел, турбогенератор, конденсатор и водяной насос.

Знакомая схема, правда? Это же ТЭС — теплоэлектрическая станция! Разница в наличии гелиоконцентратора, да еще в иной конструкции парового котла. Просто! Но почему тогда гелиоустановки не очень-то распространены? Снова экономика? Конечно, она. Пока электроэнергия, полученная от гелиоустановки, обходится раз в десять дороже, чем на обычных ТЭС. И тем не менее специалисты уверяют, что уже сегодня гелиоустановки могут быть рентабельны в зоне земного шара от 50° южной широты и до 50 градусов северной широты. А если вспомнить, что они «экологически чисты», то кажется, что готов пойти на любые расходы.

Сейчас в мире строятся несколько гелиостанций классического типа, то есть с паровым котлом. Одна — «Темпе» — во Франции, в Пиренеях, мощностью 23 мегаватта. Собственно, она уже построена и дает промышленный ток. Вторая — «Солар Уан» — в США, в пустыне Калифорнии, мощностью 119 мегаватт. Третья у нас, в Крыму, — СЭС-5, мощностью 5 мегаватт, будет носить экспериментальный характер.

СЭС-5 — это 89-метровая башня, вокруг которой в несколько рядов на поле диаметром 500 метров расположатся гелиостаты. По команде электронно-вычислительной машины гелиостаты будут поворачиваться вслед за нашим светилом и направлять свои солнечные зайчики на котел с водой, который установят на верху башни. Вода будет нагреваться градусов до 250 — 300, и ее пар под давлением 40 атмосфер направится в турбогенераторы. Возникает сразу вопрос: «А ночью?» Светом звезд воду не согреешь. И это предусмотрено: часть пароводяной смеси будет аккумулироваться в больших баках — тепловых аккумуляторах по 1000 кубометров каждый. Этого хватит, чтобы обеспечить работу турбин на половинной мощности в течение 10 часов.

И снова — вопрос: «А если дождь?» В жаркой = солончаковой пустыне, где возводится СЭС-5, около 2000 часов чистого солнца в году. Но если случится там ленинградская слякоть на неделю, то обслуживающему персоналу, боюсь, придется сесть на аккумуляторы... Впрочем, вероятность такого события вы можете подсчитать сами...

Станции «Темис» и «Солар Уан» работают по тому же принципу. И экономические показатели у них не сильно отличаются от нашей крымской. Они также носят экспериментальный характер. Французы и американцы рассчитывают с их помощью доказать рентабельность сооружений.

Уже сегодня американцы приступили к проектированию гелиостанции того же типа — «Солар Ту» на мощность в десять раз большую. Предполагается, что она будет работать не на воде, а на растворе солей. Но пока решение это не окончательное, потому

что все зависит от того, какие результаты покажут первые станции. Сегодня все больше и больше серьезных специалистов и научно-исследовательских подразделений начинают проявлять интерес к энергии ветра. Почему вообще бывает ветер? Различные участки земной поверхности неодинаково нагреваются солнцем. Неравномерный нагрев имеют и нижние слои атмосферы. Теплый воздух легче холодного. В результате давление воздуха в одном и том же слое оказывается неодинаковым. Большие массы воздуха растекаются из областей повышенного давления в области, где давление меньше, и возникает ветер.... .. Примерно 2 процента солнечной радиации, которая приходится на поверхность Земли, обращается, в энергию ветра. Это очень много. Причем использовать эту энергию можно почти во всех районах планеты.

Если посмотреть на карту ветровых условий нашей страны, то наиболее густо заштрихованные, участки окажутся по северной береговой линии, а это, не забудьте, несколько тысяч километров. Богаты ветром и районы, прилегающие к берегам Балтийского, Черного и Каспийского морей. Многие специалисты у нас в стране считают, что использование энергии ветра, в Советском Союзе — дело перспективное.

Среди возможных конструкций четко выделяются два направления. Одно — сооружение сравнительно небольших установок мощностью до 15 кВт. Они могут предназначаться для подъема и перекачки воды, для вспомогательной энергетики, такой, как подзарядка аккумуляторов и т.д. Второе — разработка и создание более мощных ветродвигателей для производства электроэнергии...

Наши конструкторы разработали проект электростанции мощностью 40 тысяч киловатт. Главное ее отличие от всех предшествующих заключается в том, что она сможет работать практически при любом ветре. Вместо одного рабочего колеса имеется восемь роторов. На них равномерно распределяется вся ветровая нагрузка. Высота металлических опор — 200 метров.

При сильном ветре установка развивает избыточную мощность. Использовать ее, наверное, придется для накапливания энергии в том или ином виде, потому что вслед за бурей придет на какое-то время и полный штиль. Чтобы застраховаться от безветрия, конструкторы собираются установить ее на Мархотском перевале под Новороссийском — там дует всегда.

Созданием ветровых установок в нашей стране занимается научно-производственное объединение «Ветроэн» в подмосковном городе Истре, в состав которого входит астраханский завод «Ветроэнергомаш». В ближайшем будущем объединение готовится к выпуску установки «Циклон-12» мощностью до 16 киловатт.

Большое внимание уделяют разработкам ветряных двигателей и в капиталистических странах. Здесь есть любопытные конструкторские предложения и проекты. Например, ведущий западногерманский аэрокосмический концерн «Мессершмитт-Бельком-Блом» разрабатывает однолопастный ветряной двигатель для гигантской экспериментальной установки «Гровиан-II». Ее мощность запланирована порядка 5 мегаватт. Лопасть длиной 73 метра и весом 26 тонн сбалансированная 35-тонным противовесом, будет установлена на башне высотой примерно 120 метров. Эта лопасть будет неторопливо вращаться со скоростью примерно 17 оборотов в минуту, вырабатывая до 17 миллионов киловатт-часов в год. Этого должно хватить для обеспечения энергией и теплом 350 жилых домов. Установка экономит примерно 5 миллионов литров жидкого топлива, сжигаемого на тепловых электростанциях.

Но почему одна лопасть, неужели, она лучше двух или трех? К мысли об однолопастном двигателе конструкторы пришли еще два десятилетия назад, когда фирма сконструировала экспериментальный однолопастной вертолет. Упрощенный ротор вполне оправдал себя в полете. Однако управляемость таким вертолетом была хуже, и потому дальнейшие работы в этом, направлении были прекращены. Но управляемость, для воздушной турбины, не нужна. Применение одной лопасти в крупной воздушной турбине позволит снизить стоимость такой турбины без ухудшения ее аэродинамического качества, уверяют создатели «однорукого гиганта», существенно упрощается конструкция, головки ротора, уменьшаются изгибающие нагрузки во время маховых

движений, Кроме того, одна лопасть может быть сделана более толстой и широкой, а значит, и более прочной. Наконец, одну лопасть проще балансировать...

Конечно, все это предположения. Неизвестен пока КПД установки. А следовательно, неясно, удастся ли ей быть конкурентоспособной, с ТЭЦ, работающей на нефтяном, топливе, каким будет уровень шума и какова, надежность этого огромного ветряка, насколько безопасной окажется его работа...

Жители прибрежных районов открытых водных бассейнов хорошо знакомы с приливами и отливами «хлябей морских». С большой точностью дважды в сутки воды наступают на берег и с меньшей точностью дважды отступают. Происходит это благодаря силам притяжения — прежде всего Луны, поскольку она близка к Земле, а также в меньшей степени, Солнца.

Очертания береговой линии Мирового океана причудливы, и это обстоятельство значительно сказывается на величине приливов. Влияет на нее географическая широта и глубина моря. В некоторых точках побережья Белого моря высота прилива достигает 10 метров. В Пенжинской губе Охотского моря — 1.3 метров. На берегах Ла-Манша — 1.5 метров. А кое-где на атлантическом побережье Канады воды во время прилива поднимаются до 18 метров. Это «дыхание океана» люди давно пытались использовать; строили на побережьях мельницы, лесопилки, колеса которых крутились под напором приливной волны. Но вот в 1967 году во Франции построили первую приливную электростанцию — ПЭС, мощностью 240 тысяч киловатт, которая должна давать энергию в часы пикового потребления. Горизонтальные турбины, внешне напоминающие торпеды, в обратимом режиме использовали как приливную, так и отливную волны. Казалось бы, все хорошо. Но стоимость сооружения ПЭС оказалась выше, чем стоимость такой же по мощности обыкновенной речной ГЭС. Снова вмешалась экономика.

Общая мощность приливов и отливов всех морей и океанов оценивается примерно в 3 миллиарда киловатт. Это очень большая цифра. А вот число пунктов, где целесообразно строить приливные электростанции, не больше 30. И суммарная, их мощность не превысит 100 миллионов киловатт. Это на всю-то Землю! И тем не менее конструкторы не оставляют эту мысль.

В 1968 году на Дольском полуострове в Кислой губе вступила в строй небольшая приливная электростанция опытного образца мощностью 800 киловатт. Здание ПЭС собрали в стройдоке на берегу залива, отбуксировали в створ, где и водрузили на заранее подготовленное основание. Начался эксперимент...

Сегодня большинство специалистов считает, что широкое строительство приливных электростанций вряд ли целесообразно. Но на труднодоступных участках побережья, в точках с особенно высоким уровнем прилива они, без сомнения, будут построены.

На подходах к Гетеборгу, вблизи от маяка Виид, в зеленоватой воде плавает оранжевый пластмассовый ящик с изогнутой трубкой, из которой все время льется вода. Тут же неподалеку три желтых буя. Таков внешний вид опытной волновой электростанции, построенной шведскими инженерами.

Ветер рождает морские волны, средняя мощность которых довольно значительна. А вот использование их энергии долгое время недооценивалось специалистами. Считалось, что стоимость электроэнергии, полученной таким путем, будет слишком высокой. В чем смысл устройства? В использовании разности уровней воды на гребне волны и в промежутке. Представьте себе достаточно большой перевернутый и открытый снизу ящик, разделенный на воздушные секции. Волны, проходя под платформой-ящиком, поочередно сжимают воздух и гонят его в воздушную турбину, которая преобразует энергию воздушного потока в электрическую. Такие устройства питают энергией буи у берегов Японии.

Шведы пошли по другому пути. Уже в послевоенные годы два шведских инженера, Я. Перссон и П. Трофтен, изобрели насос необычайной простоты: армированный стальной проволокой резиновый шланг с обратными клапанами на концах. Если опустить его в воду и начать периодически растягивать, то внутренний объем шланга начнет изменяться, и он будет работать, как помпа. Изобретатели так его и назвали:

«Петро-помпа», включив в название первые слоги своих фамилий.

Оказывается, сооружение геотермальной электростанции не такое простое дело, как может показаться на первый взгляд. По-видимому, это должны быть две или несколько достаточно глубоких и удаленных друг от друга скважин, соединенных внизу хорошо нагретым фильтрующим слоем породы. Тогда, накачивая в одну из скважин воду, мы будем из другой или из других получать пар из просочившейся воды. Некоторые специалисты предлагали взрывом соединить концы скважин. Но тогда поверхность теплообмена будет слишком незначительной, и вода нагреется слабо...

Нерешенных проблем пока что много, тем не менее специалисты не теряют надежд их преодолеть. В настоящее время у нас в стране построены две такие электростанции на Камчатке — Паужетская геотермальная электростанция мощностью 11 тысяч киловатт и Паратунская мощностью всего 700 киловатт. В Италии работает геотермальная станция в Ларделло, во Франции — неподалеку от Орлеана. Но все это пока довольно непритязательные сооружения с неглубокими скважинами, достигающими лишь той глубины, где находятся разгоряченные очаги. Однако еще никто не дерзал разработать реальный проект достижения магмы с температурой порядка 1000 градусов. Правда, на пути к такому проекту стоят пока непреодолимые чисто технические сложности.

Кора Земли нагрета тоже очень неравномерно. Обычно считается, что каждые сто метров в глубину повышают температуру на 1-3°C. Но есть и термоаномальные участки, где температура на тех же ступенях поднимается на 30-40 °C. И подобных участков немало. На каждом из них можно в принципе построить геотермальные станции или разместить энергоблоки.

Советские специалисты обследовали такие участки в Дагестане, в Ставрополье, в Закарпатье, и на выбранных площадках уже заложены три небольшие геотермальные станции, или энергоблока, мощностью 10 мегаватт каждая. Сначала инженеры введут их в опытную эксплуатацию, проверят и подтвердят свое предположение о целесообразности использования внутреннего тепла Земли. Не исключено, что именно эти блоки явятся первыми ласточками, обещающими появление крупных геотермальных станций в нашей стране.

Среди новых источников электроэнергии сегодня все чаще упоминается внутреннее тепло Земли. Действительно, по современным представлениям, у нас под ногами бушует настоящее «адское пламя». Температура ядра Земли порядка 5000 °C. Известно, что с увеличением глубины температура земных слоев повышается. Так, на глубине 10-12 километров она достигает 200 — 250 °C, на глубине 50 километров — уже 700-800 °C. Глубже — еще выше... Стоит только пробурить скважину достаточной глубины, направить в нее воду и получить пар, который начнет вращать турбогенераторы, поставляя нам энергию, превращенную из тепла в электричество. Просто? Очень! В чем же дело? Почему до сих пор небольшие энергетические установки разбросаны всего в нескольких местах на Земле, где это тепло в виде гейзеров выбивается наружу?

### Слово к читателю

Существует легенда, что некогда добрый древнеримский бог полей и лесов Фавн научил второго царя Рима Нуму Помпилия искусству отводить гнев Юпитера от храмовых кровель... Прошло время, и люди забыли «заклятие Фавна». Пришлось изобретать громоотводы заново.

Еще совсем недавно — двести с небольшим лет назад — Франклин запускал змея к грозовым тучам, а потом при свечах писал письма о таинственной «электрической субстанции», состоящей, по его мнению, из «чрезвычайно малых частиц». Русский гений Михаил Ломоносов в письме о пользе стекла с восхищением упоминал: «Вертясь, стеклянный шар дает удары с блеском, с громовым сходственно сверканием и треском...»

За два с лишним столетия все переменилось на Земле, все стало иначе в обществе.

Сейчас в разговорах то и дело слышится: «энергетический голод», «энергетический

кризис». Что же случилось с человечеством; не знало электричества — не было энергетического голода; узнало, понастроило электростанций — появился энергетический кризис. Впрочем, так ли правильно это утверждение? Недавно, просматривая одну из книг, посвященных истории металлургии, я натолкнулся на любопытный пример. Первый энергетический кризис, зафиксированный в истории, разразился в Египте задолго до нашей эры, когда оказались вырублены пальмы. Их древесина поставляла уголь для выплавки бронзы. На Земле шел еще только бронзовый век.

Металлургия съела большую часть лесов на земле, прежде чем научилась использовать каменный уголь.

В наши дни нехватка дешевого топлива носит еще более глобальный характер.

Мы уже не только вырубали леса на планете, но и чувствуем нехватку нефти, газа, каменного угля — традиционных и дешевых источников энергии. В сферу потребления вовлекаются все более и более отдаленные, а потому и менее выгодные энергетические ресурсы.

У нас много газа. Газ дешев. Но доставка его по трубопроводам обходится дорого. Нефти — меньше. Сжигать газ и нефть для получения просто тепла — варварский способ реализации богатства.

В связи с развитием промышленности возникает много неожиданных проблем — с той же энергетикой. Скажем, так: у нас достаточно угля, особенно низкосортного. Возить его чрезвычайно невыгодно. Значит, нужно наладить переработку на месте. Построить топливно-энергетические комплексы, сжигать уголь на местах, тепло превращать в механическую энергию, механическую — в электрическую, а электрическую энергию переносить за тысячи километров, куда нужно, по проводам...

Сжигать уголь! А вы представляете экологические последствия работы такого комплекса? Проектировщики говорят: «Мы выстроим трубы высотой в полкилометра — все уйдет...» А куда уйдет? Ведь не в космос, все в ту же общую для всех нас многострадальную атмосферу, температура которой в результате нашей с вами антропогенной деятельности уже повысилась в среднем на один градус. А если повысится еще на два, на три? Растают льды. Уровень Мирового океана так поднимется, что если не все, то большая часть проблем разрешится сама собой...

Книга, которую вы только что прочли, посвящена тому, как люди от «заключения Фавна» перешли к овладению электрической энергией. Мы с вами выразили свое восхищение прогрессом, мощными и сверхмощными электростанциями (чем они мощнее, тем дешевле киловатт), линиями электропередач сверхвысокого напряжения. Если в начале века инженеры с почтением говорили о напряжении в 100 тысяч вольт, то сейчас мы строим ЛЭП на тысячу киловольт и готовимся к 2000 году перейти к напряжениям в два миллиона вольт...

А может ли в таком электрическом поле вообще существовать живое? Выдержат ли его трава и деревья, звери и птицы, выдержим ли его мы с вами — люди. Ответ на эти вопросы пока неоднозначен. А представьте себе на минуту, что в такую линию вдруг ударила молния? Конечно, каждый провод защищается сверху еще двумя заземленными в качестве громоотвода проводами. На промежуточных подстанциях стоят разрядники и всевозможные иные предохраняющие устройства. Но дело даже, не в молнии. Подумайте на мгновение, что сможет натворить такая линия в момент экстренного отключения...

С каждым годом растет на Земле количество атомных электростанций. Но крупнейшей проблемой эксплуатации является проблема радиоактивных отходов: куда их девать?

И все-таки колесо истории, колесо прогресса повернуть вспять или хотя бы приостановить — невозможно. Энергетика и электрификация играют наиважнейшую роль в развитии материальной базы современного общества, Электрическая энергия универсальна. Ее легко и просто превратить во все другие виды энергии, удобно транспортировать. Если подсчитать, сколько потребляется всех первичных энергоресурсов, то есть солнечной энергии, энергии ветра, морских приливов и

геотермальной энергии, то в результате получим огромную цифру — 78Е12 кВт\*ч. Более половины всей потребляемой энергии используется в виде тепла на технические нужды, отопление и приготовление пищи; оставшаяся часть — в виде механической и электрической энергии. Человечество удивительно неэкономно расходует добываемые энергоресурсы и еще более расточительно тратит полученную с таким трудом энергию, а ее с каждым годом нужно все больше и больше. Где же выход из этой непрерывной гонки? Прежде всего — разумное сокращение энергетических потребностей, так называемая энергосберегающая политика. Это целый комплекс мероприятий, направленных на экономию топливно-энергетических ресурсов, на то, чтобы каждая килокалория тепла шла в дело, а не на ветер, не на подогрев атмосферы.

В тесной связи с энергосберегающей политикой находится дело охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Курс Коммунистической партии Советского Союза на интенсификацию экономического развития всех отраслей социалистического хозяйства требует дальнейшего повышения эффективности охраны окружающей среды и разумно обоснованного, целесообразного использования природных запасов, источников деятельной силы нашей экономики.

3 июля 1985 года в Москве на третьей сессии Верховного Совета СССР одиннадцатого созыва было принято всеобъемлющее постановление «О соблюдении требований законодательства об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов». В нашей стране система природоохранительного законодательства в этом направлении ведет свои традиции, начиная с ленинского Декрета о земле. Существуют законодательные акты, которые регулируют земельные, водные, лесные, горные отношения, есть законы об охране атмосферного воздуха, о бережном использовании животного мира. Главная задача, которая вытекает из них, — забота о здоровье и благосостоянии советских граждан.

Сложившаяся к настоящему времени система законов позволяет вполне успешно решать поставленные задачи в этой области. И у нас немало достижений. Но научно-технический прогресс слишком стремителен. И подчас, решая важные хозяйственные задачи сегодняшнего дня, мы забываем о будущем.

Именно потому Верховный Совет Союза Советских Социалистических Республик постановил: «Признать необходимым принятие дополнительных экономических, организационных, правовых и иных мер по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов, улучшению окружающей человека среды и безусловному соблюдению законодательства в этой области». В постановлении конкретно говорится: «При решении проблем развития народного хозяйства исходить из приоритета охраны здоровья настоящего и будущих поколений советских людей, создания наилучших условий для их жизни, нацелить на это научно-технический прогресс, обеспечить переход на ресурсосберегающие технологии, наиболее полно и бережно использовать природные богатства, полученное из них сырье, материалы и продукцию».

Постановление предусматривает широкие меры по улучшению планирования и экономического стимулирования мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, по усилению государственного контроля за соблюдением существующего законодательства на всех уровнях социалистической системы хозяйствования по улучшению экологического воспитания населения. Наше социалистическое государство серьезно ставит вопрос, предупреждая, что проблемы сохранения природы на Земле стоят перед всем человечеством и требуют тесного международного сотрудничества. На Земле сложилась опасная обстановка не только для природы, но и для самой жизни во всепланетном масштабе. Империалистические силы, не желая внять голосу разума, продолжают гонку вооружений, стремятся перевести ее в космос, приближая тем самым мир к опасной черте термоядерной катастрофы. Именно поэтому Советский Союз рассматривает охрану и оздоровление окружающей среды как важнейшее направление внутренней и внешней политики.

Посланцы народа приняли постановление об охране природы и рациональном

**использовании природных ресурсов.**

**Дело всего народа, наше с вами дело неукоснительно выполнять наши же законы.**