

Окинув беглым взглядом необъятную область электромагнитных колебаний, длина волн которых, начиная от длиннейших радиоволн и до проникающего излучения, меняется в число раз, изображаемое единицей с 18 нулями, мы видим на каждом ее участке вклад советских ученых, решающих проблемы научного и прикладного использования этих колебаний. Сотни ученых, крупнейшие институты мирового значения — вот предпосылки для успешного развития советской физики наших дней, все достижения которой направлены в сторону еще большего увеличения возможностей нашего социалистического строительства.

НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В ФИЗИКЕ *

Составляя планы научно-исследовательской работы, мы говорим, конечно, о будущем, а не об истории прошлого. Технику, являющуюся одним из существеннейших элементов этого плана, надо рассматривать не статически, а динамически. Нужно помнить, что во время осуществления этого плана и сама техника будет меняться. Необходимо поэтому в плане научно-исследовательской работы, как и во всем народнохозяйственном плане, учитывать вероятные пути развития самой науки и техники. Более того, план должен не только предвидеть, но и стимулировать решения этих задач. При этом решения их должны быть приурочены к тем календарным срокам, когда возможно и необходимо будет их использование в социалистическом строительстве.

Позвольте вместо общих рассуждений привести пример. Можно с уверенностью сказать, что высоковольтная передача на 400 тыс. В, которая позволит создать единую энергетическую сеть, охватывающую Советский Союз, вполне осуществима. Здесь нет каких-нибудь принципиально новых сторон, осуществление которых можно

* Доклад на I Всесоюзной конференции по планированию научно-исследовательских работ, проходившей в Москве в апреле 1931 г. См. в кн.: Первая Всесоюзная конференция по планированию научно-исследовательской работы. Вып. 5. М.; Л., 1931, с. 3—18.

было бы считать сомнительным. С очень большой степенью достоверности можно утверждать, что препятствий к созданию такой сети нет, необходим только целый ряд исследований, необходима большая подготовительная работа, которая реально изучила бы все стороны дела, связанные с такой передачей. И здесь, конечно, решающим является то, будет ли вся эта подготовительная работа завершена и готова за год до того, когда по народнохозяйственному плану предположено будет строить эту сеть, или же она будет завершена через год после этого срока. Элемент времени здесь выступает настолько ясно, что вряд ли стоит что-нибудь к этому добавлять.

Я думаю, что если народнохозяйственный план, составляемый нами в одной части, Госпланом во всей совокупности, не будет учитывать всех возможных и наиболее вероятных путей развития техники, то он будет так же нереален, как если бы он, ожидая журавля в небе, упустил бы синицу из рук. Здесь существенным и решающим является то, что планирование научно-исследовательской работы, подготовляющей эти переделки в технике, составляет часть планирования всего народного хозяйства. Это, следовательно, дает возможность в общем плане народного хозяйства не только предвидеть, предсказывать и оценивать, но активно стимулировать и создавать условия для того, чтобы оба эти плана были тесно между собой связаны и чтобы задачи, необходимые для народнохозяйственного плана, были своевременно и с достаточной достоверностью разрешены теми научно-исследовательскими учреждениями, которым эти задачи по плану поручены.

Можно было бы, конечно, идти еще дальше. Можно было бы не только экстраполировать на ближайшие годы успехи техники, вытекающие из современного состояния науки, можно было бы экстраполировать и самое развитие науки. Это было бы следующим этапом. Вероятно, в развитии техники планирования нужно будет учитывать и это следующее приближение. Но я думаю, что на той стадии начальной, первой попытки общего планирования научно-исследовательской работы, на которой мы сейчас находимся, можно было бы сразу так далеко и не идти. Достаточно, если мы учтем как технически возможные результаты только те из них, которые уже полностью или с достаточной достоверностью обеспечены современной наукой. Это тем более безопасно, что все-

таки между повыми достижениями науки и практическим их осуществлением всегда лежит срок, достаточный, чтобы планы наши, составляемые на 5—10 лет, существенно не испортить. Во всяком случае если эти факты и скажутся, то, вероятно, только в самые последние годы осуществления плана и будет еще достаточно времени, чтобы своевременно к этому подготовиться.

С этой точки зрения я хотел бы остановиться на нескольких технических успехах, технических изменениях, которые я, исходя из современного состояния нашего знания, считаю в высшей степени вероятными и вполне осуществимыми. При этом я имею в виду, что совершенно новые формы развития науки и громадная роль, которую она получает во всей системе социалистического строительства, дают ей реальные возможности осуществить техническую революцию, которая в других условиях и в других странах остается непроведенной в жизнь.

Я обдумал около 30 таких проблем, решение которых мне представляется в высокой степени вероятным. Часть из них я и попытаюсь изложить, разделив их на три группы. К первой группе я отношу такие задачи, осуществление которых можно считать в достаточной степени вероятным, в которых не предвидится никаких неизвестных научных проблем. Достижение успеха будет здесь результатом затраты определенного количества научно-исследовательского труда, определенного количества человеко-дней работы. Следовательно, решение каждой из этих задач зависит от того, к какому календарному сроку оно окажется настоятельно необходимым. Соответствующий промежуток времени измеряется несколькими годами, очевидно, 2—5, максимум 10 годами. Это предельный срок, о котором можно говорить по поводу этой группы. Мы можем или ускорить, или несколько растянуть решение каждой такой задачи в зависимости от того, сколько сил, сколько энергии, труда и финансовых средств мы вложим в это дело.

К проблемам второй группы я отнес бы такие, о которых нельзя утверждать с достаточной достоверностью, что их можно решить в определенное время, и где, может быть, на пути встретятся довольно серьезные препятствия.

К третьей группе я отношу такие задачи, которые нам представляются, по-видимому, возможными, но для раз-

решения которых еще нет в наших руках существенных элементов.

Насколько относительно такого рода распределение, позвольте показать на одном примере — на примере фотоэлектричества. Фотоэлектричество — это явление, заключающееся в вырывании электронов из тела под действием света. Эти электроны вылетают и дают некоторый электрический ток, который обладает определенной энергией. Следовательно, фотоэлемент можно рассматривать как преобразователь световой энергии в электрическую. В какой мере явление фотоэлектричества может рассматриваться как действительно техническая проблема? Явление это открыто уже давно, в 1887 г. Большое внимание было привлечено к нему в особенности с того момента, когда оно с 1905 г. оказалось тесно связанным с одной из основных проблем — с теорией света. За сравнительно небольшой период было напечатано много сотен работ, и до 20-х годов XX в. эти теории закона и явления всесторонне изучались. Лет 5—6 тому назад фотоэлементы представляли собой небольшие стеклянные колбочки, покрытые изнутри чистым металлическим калием или натрием, и коэффициент использования энергии в них составлял одну стомиллионную. Одна стомиллионная часть световой энергии действительно превращалась в электрическую энергию.

Конечно, смешно было смотреть на такие элементы как на преобразователи энергии; только в математическом, в отвлеченном от жизни смысле можно было об этом говорить как о технической проблеме. И если я, в частности, все-таки эту задачу ставил, то только потому, что уже тогда можно было учитывать новые возможности, которые стали открываться в связи с новым и весьма поучительным поворотом дела. Примерно 5—6 лет тому назад фотоэлементы стали получать большое техническое применение. Фотоэлементами пользуются на сигарных фабриках для того, чтобы автоматически сортировать сигары по отражаемому ими количеству света. Пользуются фотоэлементами в прокатном деле, чтобы автоматически изменять вращение прокатного стана: когда раскаленный кусок металла доходит до предельного положения, он освещает фотоэлемент и этот фотоэлемент изменяет направление прокатки. При помощи фотоэлементов осуществлена была и передача изображений на расстоянии. От передачи изображения на расстояние, а за-

тем от звукового кино перешли к постановке задачи видения на расстоянии. Это потребовало увеличения чувствительности фотоэлементов и их усовершенствования и потребовало весьма настоятельно, потому что видение на расстоянии есть задача весьма привлекательная. В результате на протяжении нескольких лет под резким давлением технических потребностей произошла необычайно быстрая эволюция фотоэлементов.

Недавно, в апреле 1930 г., эти фотоэлементы стали представлять собой уже не стеклянную колбочку, покрытую металлическим натрием, с пустотой или наполненную абсолютно чистым гелием, а медную окисленную пластинку. Коэффициент полезного действия солнечной энергии составлял при этом около 0.01 %. Это очень немного, но вспомним, что фотоэлементы в течение 40 лет научного изучения давали коэффициент использования энергии в одну стомиллионную долю процента. С того момента, как техника потребовала их решительного усовершенствования, они уже к весне прошлого года стали давать одну сотую, затем летом прошлого года 0.1 %.

Так, под давлением техники научная проблема сделала необычайно быструю эволюцию в течение немногих лет или даже в течение одного последнего года. Из очень далекой от практического применения идеи, из чисто лабораторной игрушки создалась техническая проблема. Действительно, что означает 3—4 % использования энергии? На каждый квадратный метр солнечная энергия дает около 1 кВт. При использовании 3—4 % это означает, что с каждых 30 м² можно получить по 1 кВт энергии. Если представить себе, что крыша дома будет покрыта закисью меди (краской, отнюдь не исключительно дорогой или недоступной), то можно использовать крышу как фотоэлемент, заряжая днем аккумуляторы при помощи электрической энергии, которую будет давать солнце, и используя эти аккумуляторы вечером и ночью для освещения. Коэффициент в 3 % означает, что при помощи солнечного света, днем освещающего крышу, можно в течение 6—7 ч освещать 8 этажей, находящихся под ней.

Эту задачу уже никто не назовет лабораторной игрушкой, это — нечто осязаемое. Ход развития фотоэлементов показывает, что никак нельзя думать, будто апрель 1930 г. есть момент, когда все сразу остановилось. Мы находимся в периоде чрезвычайно быстрого динамиче-

ского развития науки, и нет ничего невозможного, что через несколько месяцев или через год об этой проблеме можно будет уже говорить совершенно серьезно. Я уже сейчас считаю, что не работать над этой проблемой было бы преступно.

Я нарочно остановился на этом примере, желая подчеркнуть основную предпосылку: разделяя проблемы по их очередности, нужно иметь в виду, что темпы развития могут быть совершенно не те, какие мы ожидаем, но разрешение проблемы идет быстрее, когда мы сосредоточиваем на определенной теме все свои силы.

* * *

Итак, позвольте здесь выдвинуть несколько проблем. Я начну с энергетических проблем, как центральных во всех вопросах техники, и прежде всего с проблемы строительства зданий.

Энергетическая проблема состоит из двух частей — из вопроса о получении наибольшего количества энергии и вопроса о возможно меньшем потреблении энергии для удовлетворения данных потребностей. Естественно, что чем больше получать энергии и чем меньше ее потреблять, тем лучше будет разрешена энергетическая задача. Одним из существенных элементов теплового баланса является значительный расход топлива для целей отопления. Если совершенно абстрактно поставить вопрос о том, для чего мы отапливаем здания, то оказывается, что по существу дела никакого тепла здесь не нужно, потому что для человека, живущего в том или ином здании, требуется только подогреть воздух, которым он дышит и который периодически сменяется. Но это количество тепла совершенно ничтожно. Оно меньше того количества тепла, которое человек выделяет вследствие усвоения пищи. Следовательно, тепловой баланс человека скорее положителен — человек больше выделяет тепла, чем поглощает. Если нам нужно топливо, то исключительно для того, чтобы предохранить здание от охлаждения. Тепло выходит наружу через стены и окна. Мы от него ничего не получаем, здесь нет продуктивного использования энергии. С этой точки зрения можно, абстрактно говоря, сказать, что потребление топлива для отопления есть недостаток нашей техники.

Но это — малоубедительная точка зрения, поскольку она остается абстрактной. Можно поставить вопрос: нельзя ли провести строительство таким образом, чтобы либо совершенно не отапливать здания, раз это по существу не нужно, либо сделать так, чтобы для этого требовалось как можно меньше топлива. Оказывается, что решающим моментом в этом вопросе является окно. Окно, которое мы используем для освещения, которое мы варварски используем и для вентиляции (чего никак допускать не следовало бы), это окно заставляет нас иметь внешние стены, а внешние стены есть то единственное место, через которое тепло уходит.

Топливо тратится из-за внешних стен. Внешние стены существуют из-за окна. Можно поставить вопрос так: нужно ли окно в каждой комнате или, может быть, вообще окна не нужны. Можно поставить и третий вопрос: нельзя как-нибудь переконструировать окно, сделать его более целесообразным. Существующая форма окна со всех точек зрения совершенно нецелесообразна. Можно получить то же самое количество света, имея окна значительно меньшего размера. На этом я не буду останавливаться, потому что я хотел бы обратить внимание на более сложный вопрос — о необходимости окна вообще, а не на вопрос о том, как делать окно, раз оно нужно.

Почему, собственно, нужно окно? Потому, что мы пользуемся благодаря ему солнечным светом. Кроме солнечного света, есть еще электрический свет. Однако всякий понимает, что электрический свет не может заменить солнечного. Это совершенно правильно. То электрическое освещение, которое мы имеем, если его и усилить во много раз, все-таки не заменит солнечного света, потому что дело не только в количестве, но и в качестве света. Качество же света определяется длиной волн. Наше электрическое освещение недостаточно потому, что, хотя оно и может дать большую силу света, этот свет не содержит некоторой части ультрафиолетовых лучей, которые биологически и гигиенически необходимы для длительного существования человека. Однако на данной стадии техники мы уже имеем и такие источники света, которые в качественном отношении ничуть не уступают солнечному свету, а при желании могут и превосходить его. Это не только проблема, это уже реальность. Мы имеем электрическую лампу не очень сложной и дорогой конструкции, которая может давать свет, по своему составу

не только превосходящий состав того света, который попадает в комнату через окно, но и состав света на улицах Москвы. Можно получить свет, который по своему составу соответствует освещению, скажем, на уровне Кисловодска, на уровне 1000 м. Этот свет наиболее здоровый и наиболее благоприятный для жизни человека. Такие источники света производятся в Америке и в Германии. У нас тоже было уже пробное производство. Никаких препятствий к широкой постановке этого дела в Советском Союзе нет.

Наличие такой лампы, мне кажется, ставит вопрос об освещении в новую плоскость. Электрическое освещение, дающее нам и количественно, и качественно именно тот свет, который биологи признают наиболее правильным и наиболее нужным для нашего существования, может не только заменить солнечный свет, но имеет перед ним большие преимущества. Неправильно думать, будто все, что естественно, — хорошо, а все, что искусственно, — плохо. Это неверно. Человек, конечно, приспособлен к тем естественным условиям, в которых он живет, но это приспособление не идет так далеко, чтобы считать, будто все существующее хорошо. На самом деле в условиях нашей современной жизни свет Солнца не дает нам того, что нужно. В пасмурный день, если надо делать тонкую работу или читать мелкую печать, приходится напрягать зрение, так как света недостаточно. Бывает и обратное — солнечный свет ослепляет человека, это также не полезно. Электрический свет надлежащего состава представляет то огромное преимущество, что он может быть полностью приспособлен к нашим производственным задачам. Целесообразно приспособленный искусственный свет будет гораздо здоровее солнечного в отношении биологическом и гигиеническом. Надо только подойти к этому вопросу без мистических предрассудков.

Если принять, что все эти предположения не совсем неверны, то станет ясным, что окно вовсе не является чем-то неизбежным, не является фетишистским элементом строительства. Отсюда тот вывод, что в учреждениях, на производстве, а может быть, и в жилых помещениях целесообразнее для улучшения условий существования человека ввести искусственный свет взамен естественного. В таком случае строительство зданий, и особенно энергетическая часть этого строительства, представится в совершенно ином свете.

Внешние стены вовсе не необходимы в каждой комнате. Чем меньше внешних стен, тем лучше. Например, можно представить, что весь квартал представляет собой одну строительную массу, одну единицу, где на улицу выходят только внешние стены. Соотношение между внешними стенами и полезной площадью становится тем благоприятнее, чем больше размер этого здания, этого квартала. Самой коренной формой такого строительства будет целый город-дом. Город, для которого я производил расчеты, — это заново строящийся социалистический город в виде одного дома на один миллион жителей. Если этот миллион жителей разместить так, чтобы на одного человека жилищная площадь составляла 35 м², если соответственное количество площади отвести для учреждений и производственных предприятий в этом доме, то такой дом получится примерно в виде здания с радиусом около одного километра и высотой около десяти этажей (дело, конечно, не в этих числах, — их можно варьировать).

Какие преимущества дает такой дом? Первое и главное преимущество — то, что здесь совсем не нужно топлива для отопления. Наоборот, тепловой баланс этого дома заключается в том, что люди, там находящиеся, лампы, его освещающие, источники нагрева, которые там, конечно, должны иметься в виде электрических печей, производство, там находящееся и потребляющее энергию, — все это выделяет значительное количество тепла, в то время как наружу ничего не тратится. За счет этого очень большого избытка тепла весь энергетический ресурс этого дома остается внутри него. За счет него может быть произведена и даже с избытком — это легко подсчитать — очень сильная вентиляция. Она должна быть более сильной, чем это требуется санитарными нормами, просто в силу того, что эту энергию нужно куда-то выводить. Таким образом, затрачивать топливо на отопление и на вентиляцию не потребуется, а это даст экономию примерно в 60 % топлива.

Кроме того, такой дом почти не потребует транспорта. Если сколько-нибудь правильно спланировать размещение в этом доме, то максимальное расстояние будет составлять около половины километра, на что потребуется 7—8 мин ходьбы пешком не по скользким улицам, не в переполненных трамваях, а по коридорам, без галош, зонтиков, без гриппа. Если в этом доме устроить еще самый элементарный транспорт, то время ходьбы сокра-

тится до 2—3 мин. Следовательно, транспорт в таком городе есть роскошь. Время, теряемое на бесполезное пребывание на улице, переход от своего жилья до своего производственного предприятия или до разного рода учреждений, сокращается до минимума. Автомобили, трамваи — все это совершенно отпадает. Канализация, водопровод, электрическая энергия внутри такого дома представляет собою задачу, неизмеримо более простую, чем обычно. Мощения улиц, дворов и т. д. отпадает.

Я не гарантирую верности экономических подсчетов, но если учесть все эти преимущества со стороны энергетической и экономической, то можно сказать следующее: для того чтобы живущее в таком доме население в 1 млн человек давало ту же сумму труда, сумму реального производства, которое оно совершит в обычном городе, можно рабочее время свести примерно к 5 часам. Но это — переход к совершенно новой культурной стадии, к совершенно новой форме жизни.

Я вижу здесь еще одно преимущество. Это преимущество заключается в том, что жизнь в таком городе необычайно приближает человека к природе. Дело в том, что максимальное расстояние для выхода за пределы этого дома из жилья человека составляет примерно 3 мин ходьбы. Через 3 мин человек может оказаться вне города, не на мощеной улице, среди каменных домов, а среди самой настоящей природы. Ведь такой социалистический город будет, конечно, окружен хорошими парками и садами. Спорт будет проходить в естественных условиях настоящей природы, а не на площадках, среди мощеных улиц и т. д. Я считаю это тоже одним из больших преимуществ такого решения задачи. Мне кажется, что тогда совершенно исчезнет тип городского жителя, который месяцами, иногда годами не видит настоящей природы, а все ходит по мощеным улицам. Житель дома-города, когда ему нужно для выполнения его производственных функций направиться куда-нибудь из одного места в другое, из жилья на производство, из производства в какое-нибудь учреждение, с которым он связан, и т. д., совершает это без галюш и без пальто. Если же он отдыхает, то всегда имеет полную возможность находиться в условиях настоящей полноценной природы.

Мне представляется, что такое решение вопроса во всяком случае не заключает в себе совершенно очевидных нелепостей. Этот вопрос можно было бы серьезно и

технически продумать, рассчитать. Само строительство выйдет гораздо дешевле, чем строительство нормального типа домов. Это совершенно естественно, потому что все стены будут внутренними, и от стройматериалов надо будет требовать только одного — малой звукопроводимости.

Я подробно остановился на этой задаче, так как она кажется мне типичной для того, чтобы видеть, к каким новым постановкам вопроса приводит полное использование данной стадии науки и техники. В данном случае все основывается на электрической лампочке, дающей солнечный свет. Десять лет тому назад такого решения этой задачи не могло быть. Теперь такое решение этой задачи возможно. Надо его продумать, рассчитать все положительные и отрицательные стороны; все, что можно, сообразить заранее, проверить опытом, подумать о всех трудностях, которые тут встречаются. Во всяком случае эта задача перед нами стоит.

* * *

Другая проблема — тоже энергетическая — это использование энергии Северного Ледовитого океана. Дело в том, что наша страна (и только наша) всем своим фронтом обращена на север. В этой северной части, в районах вечной мерзлоты имеются большие сырьевые ресурсы, которые нам недоступны из-за отсутствия энергии. Наш Север населен весьма слабо и является очень тяжелым местом для жилья. С точки зрения жилья именно на севере такой дом, о котором я говорил выше, представляет особые преимущества, потому что там отопление является центральным вопросом. Но дело не только в отоплении — нужно иметь энергию. Источником энергии может служить то, что на севере, в северных реках, на Северном Ледовитом океане мы имеем сравнительно на небольшом расстоянии отделенную только коркой льда под льдом воду при 0° , а над льдом — более низкую температуру. Эта разность температуры может быть использована.

Представим себе, что в воде находится котел, наполненный аммиаком, который при 0° дает $1/2$ атмосферы. Это газ, применяемый в холодильной технике. Этот аммиак приводит в движение турбину, дает механическую

энергию и выходит с давлением в пол-атмосферы при более высокой температуре; здесь он охлаждается внешним воздухом. Единственная техническая трудность — это система конденсации, использование большого количества внешнего воздуха. Нужно продувать этот воздух, чтобы создать в конденсаторах большие потоки воздуха. Задача представляется технически осуществимой. Тепловой подсчет дает примерно 9—10 % кпд. Теоретически этот коэффициент составляет 20 %. Если принять во внимание, что для такого рода сооружений не нужно никаких установок, что машина может быть поставлена на элементарном фундаменте, не требуется плотины, гидротехнических сооружений, то такой способ получения энергии может оказаться весьма рентабельным, а для нашего Севера, может быть, и очень заманчивым. И здесь нужно подсчитать и попробовать.

Еще на одной из таких задач остановлюсь — на проблеме использования солнечной энергии в жарком климате. Солнечные лучи представляют собой огромный источник энергии, но только энергия эта довольно трудноуловима. На каждый квадратный метр солнце дает при освещении около 1 кВт, нагревая освещенное тело. Однако этого недостаточно для технических целей, потому что параллельно с поглощением солнечных лучей, с нагреванием идет и лучеиспускание, потеря тепла в окружающий воздух. Между поглощением солнечной энергии и лучеиспусканием существует следующее качественное различие: солнечные лучи, согревающие землю, обладают длиной волны от $1/2$ до 1 мк (микрон — $1/1000$ миллиметра), свет, излучаемый землей, — 10 мк. Это различие очень важно. Можно подобрать сколько угодно таких веществ, которые пропускали бы одни лучи и не пропускали бы другие. Если, например, они пропускают солнечный свет очень сильно и совсем не пропускают лучей, излучаемых землей, то это значит, что у нас будет большое получение энергии и почти никакого расхода энергии. Следовательно, если почву покрыть тончайшим слоем такого вещества, эта почва будет прогреваться гораздо сильнее, чем обычно. Если торф для сушки покрыть слоем такого вещества, то вода из этого торфа будет испаряться быстрее.

Можно, наоборот, подобрать вещества, которые слабо поглощают солнечный свет, но сильно излучают. У них энергетический баланс будет невыгоден, они будут мало

получать и много отдавать. В жарком климате можно покрыть таким веществом стены дома и сделать такой дом более прохладным. Если покрыть этим веществом металл или камень, то их лучеиспускание будет настолько сильно, что по ночам они будут поглощать влагу из воздуха, а, может быть, и технически смогут собирать влагу из влажного воздуха, не дающего дождя.

Вы видите, что, целесообразно используя качество световой энергии и различные свойства тел в разных областях, мы можем и агрономию поставить на иную ступень. Мы можем удобрять землю не только химически, вводя в нее фосфор и азот, но и физически, изменяя ее свойства по отношению к лучеиспусканию и к испарению так, чтобы решать те или другие задачи. Можно сократить время прогревания весной, можно задержать время прогревания осенью, можно уменьшить испарение почвы летом в сухие дни и существенно повлиять на неурожайные годы.

Ни один из этих методов нигде не проведен сколько-нибудь систематически и целесообразно. Есть методы более или менее близкие, например способ покрывания черной бумагой земли для хлопка, для ананасов. Но какая это бумага, что она дает, трудно сказать... Можно с уверенностью утверждать, что разумного, научного анализа и правильного подхода к этому делу не существует. Следовательно, внесение этих новых методов в технику может дать решающий сдвиг.

Защищенные стеклом ящики дают нагревание, достигающее до 150—200°. Но можно вполне получить и 400°, если это нужно. Вот целый ряд задач.

Приведу пример более конкретный. Вокруг Каспийского и Аральского морей расположена пустыня. Там неограниченное количество соленой воды и солнца. Эту соленую воду можно превратить в пресную воду. Населения там нет потому, что нет питьевой воды. Для питья пользуются снегом который закапывается зимой в ямы, а летом постепенно тает и дает воду для питья. Достаточно имеющийся здесь солнечный свет соединить с водой, чтобы получить большое количество пресной воды. Надо этот вопрос разработать и подсчитать, насколько выгодна такая установка. Во всяком случае она будет выгодна для получения питьевой воды, но очень вероятно, что эти установки окажутся выгодными и для получения воды в целях орошения.



Назову еще две проблемы. Об одной из них уже говорил т. Кржижановский. Это проблема преобразования постоянного тока в переменный и обратно, что дает возможность вести высоковольтные передачи не на переменном, а на постоянном токе.

Это позволит, во-первых, сильно повысить вольтаж и, следовательно, уменьшить во столько же раз потери на передачу. Это, во-вторых, совершенно избавит от всех трудностей, связанных с самоиндукцией и емкостью проводов, которые при большой мощности становятся наиболее узким местом. И наконец, замена переменного тока постоянным, может быть, даст возможность заменить воздушную высоковольтную проводку кабелем, более дешевым и совершенно защищенным от всякого рода неприятностей, которые связаны с этими воздушными проводами (мачты, опасность для жизни и т. д.).

Другая задача, которая в ближайшее время также разрешима, — это использование мощных электронных потоков, которые создаются миллионами вольт. Эти напряжения в миллион вольт осуществимы. Сейчас за границей получают напряжение в 2 млн, а, вероятно, в недалеком будущем получат в 7 млн. В.

Что означает такой электронный поток? Лангмюр в Америке уже несколько лет тому назад получил такие потоки при 300 тыс. В. Помещенный в этот поток кусок известкового шпата давал свет, соответствующий свету лампы в 200 свечей. Вся лаборатория была освещена флуоресцирующим светом этого минерала. Освещение этими лучами уха кролика в течение 0.1 с вызывает сквозной свищ. Можно представить, какое мощное действие будет у этих лучей, если они будут иметь не 300 тыс. В, а 3 млн. В. Ведь их действие растет пропорционально квадрату напряжения, следовательно, в таком случае действие будет в 100 раз сильнее и предел распространения, который у американского ученого составляет около 1 м, будет составлять около 100 м. Нет ничего невероятного, что мы скоро дойдем до возможности получать напряжение в десятки миллионов вольт. Тогда мы будем иметь дело с несколькими километрами расстояния и с потоками мощности, которую сейчас трудно себе представить: искусственными молниями, которые будут в руках у человека. Я думаю здесь не о смертоубийственном

применении такого рода лучей, не о том, чтобы уничтожать ими кроликов или людей, а о том, что такие лучи вызывают совершенно невиданное химическое действие. И мне представляется, что такая электронная пушка будет одной из существенных машин химических заводов и фабрик. Я думаю, что многие производства в качестве рабочего орудия будут иметь такую электронную пушку. У некоторых она уже есть, но нынешние масштабы, мне кажется, все-таки далеки от имеющихся возможностей.

Этим я ограничу перечисление тех проблем, в отношении которых современная наука имеет все данные для того, чтобы их экономически оценить, а если нужно, то и осуществить. Конечно, для этого нужно затратить определенное количество труда, мысли, энергии, знаний, работы и революционного энтузиазма, без которого такие большие задачи не решить, потому что все-таки капиталистическая техника их не решает многими годами и десятилетиями. Все это я не считаю фантазией. Наоборот, я считал бы недопустимым забывать о возможности появления новых технических проблем, когда мы строим свои планы на будущее.

* * *

К проблемам, решение которых, по-видимому, вполне достоверно, но календарных сроков этого решения в данный момент предсказать нельзя, я бы отнес проблему фотохимии. Это основной метод использования солнечной энергии в будущем. Пути к нему довольно очевидны, но здесь есть еще много трудностей. Разрешение этой задачи несомненно приведет к тому, что мы догоним и значительно перегоним живую природу. Живая природа создает все наши топливные запасы при помощи фотохимической реакции хлорофилла. Но делает она это плохо, коэффициент полезного действия составляет 6 %. Мы это, наверно, сумеем сделать гораздо лучше. Есть все основания считать, что если вообще эта задача будет решена, то коэффициент использования будет не 6 %, а 60—80 %, т. е. солнечная энергия будет использована в 10 раз лучше, чем ее использует живая природа.

Но если так, то возникает вопрос, нужно ли пользоваться зелеными растениями или их нужно оставить только как эстетические элементы — парки, напоминаю-

щие о прошлом, дающие эстетические ощущения и т. п. А в качестве материала, в качестве источника энергии дерево будет заменено фотохимическим веществом, которое более совершенно используется, по которому, конечно, должно быть еще сначала найдено.

Сюда же всего лишь каких-нибудь несколько месяцев тому назад нужно было отнести и фотоэлектричество. Но из того, что я сказал раньше, видно, что, может быть, скоро фотоэлектричество перейдет из второй группы в первую.

Наряду с фотохимией и фотоэлектричеством, можно поставить также разрешение проблемы термоэлектричества, непосредственного превращения тепла в электроэнергию. Термоэлементы известны давно. Много лет тому назад возлагали большие надежды на техническое использование термоэлементов. Однако оказалось, что все термоэлементы из металлов обладают тем принципиальным, существенным недостатком, что в них от горячего конца металла к холодному концу переходит в 50 раз больше тепла, чем используется для электрических целей. Следовательно, коэффициент полезного действия составляет меньше 2 %, значит, они никакой конкуренции с нашими тепловыми двигателями выдержать не могут. Но можно думать, что существуют такие вещества, для которых эти соотношения будут иными. Пока нельзя сказать, что эти наши работы привели к очень большим успехам, но уже есть обнадеживающие результаты. Это результат четырех месяцев работы. Конечно, нельзя из этого сделать окончательный вывод, но исследовать этот вопрос необходимо. Правда, сейчас еще нельзя предсказать результатов, однако есть шансы на то, что если не полное, то частичное разрешение задачи возможно. Преимущества же совершенно ясны: речь идет о создании машины, непосредственно дающей электрический ток и не имеющей ни котла, ни паровой машины, ни самой динамо-машины.

* * *

На третье место я поставил бы (хотя, может быть, это можно отнести и к первой группе) задачу использования новых достижений, которые мы имеем в лабораториях Физико-технического института. Несколько лет мы последовательно изучаем явления механического разрушения,

явления электрического пробоя, т. е. электрического разрушения вещества. Нам удалось показать, что те пределы, которыми определяются техническое использование материала (пределы, после которых материал разрушается), обусловлены не существом дела, а вызваны побочными причинами, которые удалось установить и устранить. Непосредственно на опыте получена прочность как механическая, так и электрическая, которая в несколько сот раз превышает то, что считалось предельным для техники. Предел механической и электрической прочности раздвигается в несколько сот раз.

То же справедливо и по отношению к диэлектрическим свойствам. Наверное, многие незнакомы вообще с ними. А тем, которые знакомы, может показаться удивительным, что я о них говорю как о какой-то технической задаче, потому что в этой области мы имеем дело со слабыми электрическими свойствами тел. Их можно сравнить с магнитными свойствами. Большинство тел при точном исследовании оказываются так или иначе магнитными, но они очень слабо магнитны. Эти свойства могут быть измерены только физическими методами в лабораториях. Мы имеем лишь три материала (железо, никель и кобальт), которые обладают так называемым ферромагнетизмом. Применение магнетизма в технике связано только с этими материалами. Только железо, кобальт и никель являются практически магнитными. Но все дело в том, что часто количественные различия придают совершенно иные качества. Количественное различие заключается в том, что эти материалы в несколько десятков, сотен и даже тысяч раз более магнитны, чем другие. Электротехника на них и построена. Если бы железа не было, а были бы остальные элементы таблицы Менделеева, то магнетизм звучал бы так же странно, как и диэлектричество. В течение 1930 г. нам удалось обнаружить и изучить — изучить всесторонне, тщательно, в виде ударной задачи — новые явления в сверхдиэлектрических телах, соответствующих железу. В то время как диэлектрическая постоянная обычно равна двум, трем, десяти, эти тела обладают постоянной в 20—40 тысяч. Благодаря этим результатам перед нами открываются новые возможности в трех направлениях: электрической прочности, механической прочности и электрических свойств. Во всех этих трех направлениях соответствующие пределы раздвинуты в сотни и тысячи раз. И мы надеемся уже

в этом году иметь первые практические результаты, которые можно было бы передать в промышленность.

Я не стану дальше подробно говорить об этих проблемах, назову только несколько перспективных проблем, относительно которых я не могу с уверенностью сказать, что их разрешение может быть определено сколько-нибудь близким временем, скажем, 20 годами. Назову проблему окисления угля при низких температурах, разрешение которой сразу дало бы возможность получить 100 % использования угля вместо нынешних 20 %. Стоит также проблема передачи энергии на расстояние без проводов, но полной уверенности в ее разрешении мы не имеем. Существует проблема легких аккумуляторов, связанная с электростатическими машинами вместо электромагнитных. Наконец, проблема фантастических романов — проблема атомной энергии. Эта проблема находится в такой стадии, когда к ней нужно очень осторожно подходить. В атомах заключается колоссальный запас энергии, но из того, что запас энергии есть и что мы хотим ее получить, конечно, не следует, что мы ее получим. Может быть, эта энергия почему-либо недоступна. Ведь почему-то она сохранилась в мироздании и не разрушилась? Вряд ли нам удастся справиться с такой проблемой в 20—30 лет. Но если мы сильно и активно хотим чего-либо достигнуть, я все-таки позволю себе думать, что мы получим то, чего хотим.

СОВЕТСКАЯ ФИЗИКА ЗА 20 ЛЕТ*

Дореволюционная Россия могла гордиться рядом ученых, оставивших заметный след в истории физики. Помимо Д. И. Менделеева, который был не только выдающимся химиком, но и замечательным физиком, можно назвать П. Н. Лебедева, Б. Б. Голицына. С этими именами связаны успехи физики в таких важных ее областях, как световое давление, фотоэффект и сейсмология. По дореволюционные русские ученые были обычно одиночками, не оставлявшими после себя научной школы или определенного направления. И сами они чаще всего им-

* Статья опубликована: ЖЭТФ, 1937, т. 7, вып. 11, с. 1189—1193; перепечатана в том же году журналом: Природа, 1937, № 10, с. 43—49.