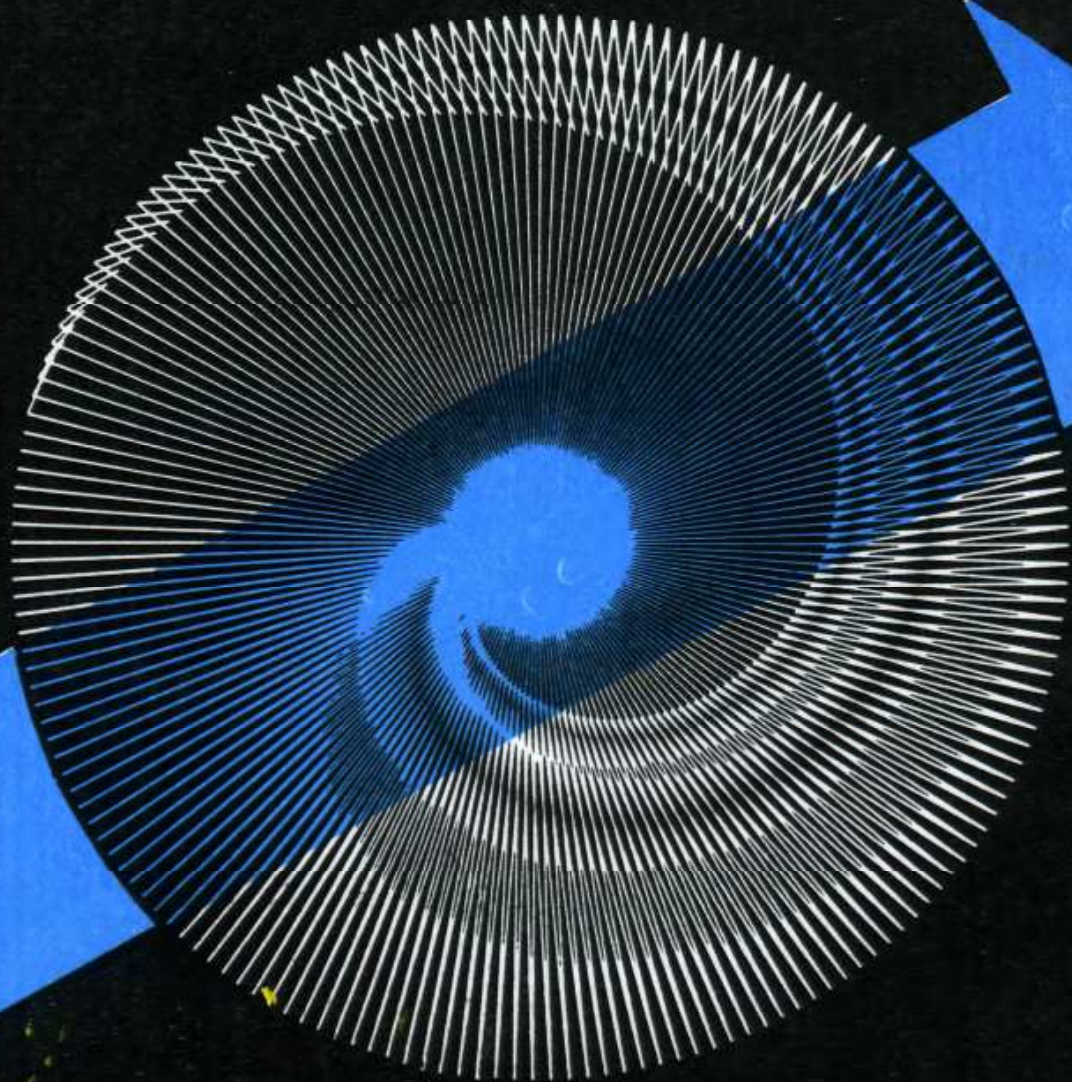


П.К.ОЩЕПКОВ

ЖИЗНЬ И МЕЧТА



П.К.ОЩЕПКОВ

ЖИЗНЬ И МЕЧТА

Записки
инженера-изобретателя,
конструктора
и ученого

Издание четвертое



МОСКОВСКИЙ
РАБОЧИЙ
1984

Ощепков П. К.

О-97 Жизнь и мечта / Предисл. Б. А. Остроумова.—
4-е изд., доп. и испр., ил.—М.: Моск. рабочий,
1984.—320 с.

История создания радиолокации в СССР, рождение новой науки интроскопии, возможности использования естественного круговорота энергии в природе—эти и другие проблемы, увлекательно изложенные в книге, вызвали такой большой интерес у читателей, что издательство решило выпустить ее четвертым изданием.

Записки инженера, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, заслуженного изобретателя РСФСР П. К. Ощепкова интересны еще и тем, что освещают почти пятидесятилетний период его творческой деятельности, показывают, какой большой вклад в ускорение научно-технического прогресса внесли выдающиеся советские ученые.

Рассчитана на массового читателя.

О 1402000000—076 05—83
М172(03)—84

ББК 15.563

001

© Издательство «Московский рабочий», 1977 г.

© Издательство «Московский рабочий», 1984 г.

ОТ АВТОРА

В 1965 г. вышло первое, в 1967 г.—второе, а в 1977 г.—третье издание этой книги. Все три издания очень быстро разошлись.

После выхода в свет первого издания в издательство и в адрес автора стали поступать многочисленные отклики и письма. Всего таких писем было получено более тысячи. В центральной и местной печати, на языках многих народов СССР опубликовано более ста положительных рецензий и откликов. Это, я полагаю, объясняется не литературными достоинствами книги, а новизной материалов, составляющих ее содержание.

Рассказанная в книге история становления в Советском Союзе одного из крупнейших открытий современности — радиолокации — вызывает у многих советских людей чувство гордости за нашу прекрасную Родину. Последующее развитие лежащих в основе этого открытия принципов и перенесение их во многие другие области науки и народного хозяйства позволило советским специалистам расширить идеи радиолокации и заложить основы новой отрасли науки и техники — интроскопии, т. е. внутривидения, значение которой едва ли можно переоценить.

Интроскопия открывает возможность изучать многие медико-биологические процессы непосредственно в их природном состоянии, т. е. без вскрытия организма, без нарушения естественного течения жизненно важных процессов. Дальнейшее развитие этих методов, несомненно, сделает возможной раннюю диагностику многих тяжелых заболеваний. Уже одно это имеет исключительно важное значение, так как поможет лечению таких тяжелых заболеваний, как злокачественные опухоли, склероз и др.

Не менее важна интроскопия и для развития промышленности. С увеличением масштабов производства, по мере укрупнения и усложнения отдельных агрегатов и сооружений, сосредоточивающих в одном объекте огромные материальные средства, все большее значение приобретает проблема технической диагностики и контроля качества промышленной продукции в процессе производства. И в этой области все более важную роль будут играть интроскопические методы исследования, органически связанные с объемной голографией в проникающих излучениях и полях, а при высоких скоростях контроля — и с применением электронно-вычислительной техники.

В трех последних главах рассказывается об одной из сложнейших проблем нашего времени — о возможности сознательного управления процессами всеобщего круговорота энергии в природе. Эта проблема имеет глубокие корни. В течение многих столетий пылкий ум крупных ученых, изобретателей, многочисленных новаторов производства и иных дерзновенных представителей творческой мысли искал, ищет и будет искать средства, которые позволили бы поставить на службу человечеству процессы естественного (природного) круговорота энергии. Однако чрезвычайные трудности, стоящие на пути реализации этой идеи, отсутствие необходимых для этого оборудования и приборов, исторически укоренившееся резко отрицательное отношение многих представителей «официальной» науки к самой идее о возможности сознательного управления этими процессами — все это ставило ее «вне закона» и тем самым крайне затрудняло поиски.

В книге очень кратко изложена насыщенная трагизмом история великого многовекового спора вокруг этой проблемы. Даны ссылки на отдельные наиболее интересные проекты и раскрыты ошибки, содержащиеся в них. Дан также обзор современных взглядов на проблему, обоснована правомерность ее постановки в наше время и необходимость усиленных поисков в этом направлении. Приведен ряд высказываний по названной проблеме классиков марксизма, а также таких убежденных ее поборников, как К. Э. Циолковский, Н. Тесла, академик В. И. Вернадский, академик С. И. Вавилов и другие. Показано также, что все ускоряющееся истощение природ-

ных энергетических ресурсов на нашей планете неминуемо приведет к необходимости планомерно, целеустремленно и энергично искать пути овладения процессами естественного круговорота энергии в природе — той энергии, запасы которой неисчислимы и которая не отравляет отходами окружающую среду.

В книге упоминается и о первом общественном институте по проблеме энергетической инверсии (преобразования). Этот институт объединяет в своем составе тех, кто решил неотступно искать пути овладения названной проблемой — проблемой века. В составе его уже сейчас более тысячи энтузиастов.

Пройдет не так много времени, и человечество станет свидетелем того, как рассеянная в природе энергия будет поставлена на службу человеку. И случится это не в отдаленные века, а в наше, вполне обозримое время.

Не только нависшая над человечеством угроза истощения природных энергетических ресурсов, но и жизненная необходимость борьбы с загрязнением окружающей среды продуктами сгорания топлива всех видов неминуемо ускорит развитие творческой мысли в данном направлении.

Вековая мечта алхимиков, пытавшихся преобразовать свинец в золото, в наше время, как известно, решена, и решена блестяще с помощью ядерных процессов. То, что веками было недостижимым, стало возможным в наше время. Мы не сомневаемся, что проблема овладения процессами энергетической инверсии будет решена, человеческая мысль преодолет все преграды. Залогом этого служит постоянная забота Коммунистической партии о советской науке и щедрая помощь государства научным учреждениям и деятелям науки.

Перед советскими учеными стоит задача огромного значения — обеспечить дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных научных исследований в области общественных, естественных и прикладных наук, развивать теоретические и экспериментальные исследования в области совершенствования существующих и разработки новых способов преобразования энергии. Можно быть уверенным, что в тесном содружестве наших ученых и инженеров, объединенными усилиями науки и производства энергетическая инверсия уже в обозримом будущем станет не проблемой, а технологическим процессом. И долг наш — приблизить это время.

Книга начинается повествованием о моем детстве, совпавшем с годами великих трудностей, постигших нашу Родину. Это сделано для того, чтобы на конкретном примере показать, как наше государство растит и воспитывает специалиста. А таких примеров у нас тысячи и тысячи.

Советский народ умеет жить не только задачами сегодняшнего дня, он умеет мечтать о будущем. Этому учил великий Ленин.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Читатель, хотя бы бегло просмотревший книгу «Жизнь и мечта», может пожелать получить сведения, дополняющие ее содержание. Этот труд не обычное явление в советской популярной литературе, и он требует особого подхода.

Автор — выдающийся советский инженер и передовой ученый. За его плечами много лет напряженной и плодотворной научно-технической деятельности. Он много пережил и приобрел богатый жизненный опыт, которым и решил в популярной форме поделиться с читателями, проявляющими напряженный интерес к точному знанию и к новой технике, желающими научиться читать Великую книгу природы.

По существу, эта книга является как бы символом веры советского специалиста, отдающего свои силы разработке первоочередных научно-технических проблем. Поэтому изложенное в ней, как это и быть должно, носит в значительной мере субъективный характер. При этом автор стремится пересказать свои заветные мысли предельно доходчиво, он хочет расшевелить читателя и хотя бы немного увлечь его безграничными перспективами развития человеческой мысли.

И личные переживания, и многолетние наблюдения за гигантскими шагами прогресса точного естествознания в течение последних десятилетий привели автора к твердому убеждению в том, что незыблемых научных истин не существует, что наука непрерывно развивается, что природа в своем бесконечном многообразии гораздо богаче наших знаний о ней, сколь бы глубоки они ни были, как бы прочно обоснованными ни казались и каким бы авторитетом величайших мыслителей ни были освящены. Этой особенности науки автор уделяет большое внимание.

Автор последовательно излагает свой творческий путь поисков нового. В книге содержатся как бы три самостоятельные части — история, настоящее и будущее.

Являясь инициатором и одним из создателей первых отечественных радиолокационных станций в СССР, П. К. Ощепков подробно повествует о том, как мечта об обнаружении самолетов на дальних расстояниях и вне зависимости от времени суток и состояния погоды в начале 30-х годов была превращена в нашей стране в государственную задачу. Тогда же пришли и первые успехи на этом пути.

Если рассматривать радиолокацию как средство «видения» ночью, в облаках и на больших дистанциях, то проблема интроскопии, т. е. прямого оптического видения во всех непрозрачных средах и телах, разработке которой автор отдает сейчас свои силы, является как бы продолжением его первых работ, начатых еще 30 лет назад.

Желание автора заглянуть внутрь непрозрачных тел и сред с целью получения более детальной многоэлементной информации о структурных, химических и электрических процессах, протекающих в этих средах и телах, тесно связано не только с практическими задачами сегодняшнего дня — контроль ответственных промышленных изделий и процессов, практика научного эксперимента, ранняя медицинская диагностика тяжелых заболеваний, изучение процессов в живых тканях и организмах, — но и с отдаленной его мечтой об управлении процессами круговорота энергии в природе. Этой проблеме посвящена третья часть книги. В ней не все бесспорно. Наоборот, здесь очень много такого, что расходится с общепринятыми представлениями в науке, что требует критического осмысливания и переоценки взглядов, ранее считавшихся незыблемыми. Но разве можно упрекать автора за смелость его мечты?

Учитывая особый характер этой мечты, а также сложность поднимаемых вопросов, хочется более подробно остановиться на тех исходных положениях, которые, как мне кажется, дают право автору высказать свои соображения.

Профессор Ощепков — убежденный противник научного догматизма, и на ряде ярких примеров он показывает, как устаревшие

представления о явлениях природы могут задержать прогресс научной мысли. В частности, он обращает внимание на существенное различие двух основных принципов современной термодинамики, являющейся основой нашей мощной энергетики, совершившей в последние годы буквально чудеса в покорении сил природы. Первое начало термодинамики — закон сохранения энергии, неразрывно связанный с сохранением вещества, получает все новые и новые подтверждения среди вновь открываемых явлений природы и служит надежной путеводной нитью во всех исследованиях и во всех технических приложениях науки. Второе начало — закон рассеяния энергии и нарастания энтропии — продолжает вызывать критическое отношение, хотя он на практике оправдывается, а в теории получает все новые истолкования.

Дело в том, что первый закон, в сущности, является одним из выражений основного свойства материи, ее философской сущности, а второй закон имеет статистическую природу и связан с вероятностью наступления определенного события. Он, безусловно, справедлив в тех случаях, когда мы можем представить себе вещество в виде громадного множества хаотически движущихся частичек, но проследить судьбу каждой из них лишены возможности. Однако, рассматривая элементарные процессы в микромире, в которых участвует лишь несколько элементарных частиц и где поведение их мы можем проследить, второй закон, в том виде, как он используется в технике, теряет смысл — нет хаоса, нет статистики! То же можно сказать и о событиях в космосе, когда дело касается не мельчайших отдельных частиц, а громадных масс вещества, но до предела уплотненного, и в этом случае едва ли можно говорить о статистике и о вероятности в обычном смысле этого слова.

Да и среди непосредственно окружающего нас мира мы наблюдаем явления, в которых хаос уступает порядку, где также, хотя и временно, наблюдаются как бы отступления от законов статистики, а теория вероятностей требует углубления и расширения. Это — явления в живой природе. Здесь второй закон в его примитивной форме применим далеко не всегда. Невольно возникает мысль: нельзя ли искусственно создать механизм, упорядочивающий статистическое тепловое движение частиц, воспроизводящий функции живого организма хотя бы лишь с энергетической стороны? Неужели глубочайшие знания, накопленные человечеством веками, все еще не дают нам этой возможности?

Автор оптимистически смотрит на этот вопрос. Он полагает, что мы уже приблизились к решению задачи искусственного в ряде случаев уменьшения энтропии — к концентрации энергии, подобно тому, как много веков назад это совершила на Земле растительная жизнь, создавшая колоссальные запасы каменного угля.

В поисках решения этой задачи догматическое признание второго начала термодинамики в его современной формулировке едва ли может помочь, и критическое отношение к ней, по мнению автора, следует считать своевременным.

Таковы в основном те «заветные мысли», из которых складывается научное мировоззрение автора. Он излагает их на фоне своей повседневной исследовательской работы, придавая таким путем высказываниям предельную конкретность. Описывая историю исследовательских и технических работ, в которых он активно участвовал, профессор Ощепков старается познакомить читателя с методом своей работы, с тем подходом, который быстрее приводит к цели и к правильной оценке полученных результатов. В этом корень тех рекомендаций, которые он изложил в своей книге и которые, вероятно, в трудную минуту окажутся весьма полезными начинающим научно-техническим работникам, занятым изучением новых трудных проблем.

Величие окружающего нас реального мира, неисчерпаемая многогранность природы поражают всякого вдумчивого человека. Наше сознание способно охватить лишь небольшую долю закономерностей, которые ей свойственны, и это накладывает ограничение на разработанные нами теории. Реальное конкретное физическое явление по своему содержанию бесконечно богаче того, что мы о нем знаем и думаем. В то же время творческая мысль исследователей природы неустанно стремится расширить эти границы, приблизить наши знания к адекватному охвату реальной действительности.

Не все естествоиспытатели в одинаковой мере успевают в этом. Но даже и тем, кому путем исключительной концентрации внимания и напряженного труда удается выдвинуться далеко вперед на общем фронте науки, приходится преодолевать инертность своих собратьев, искать пути к их сознанию, располагая лишь теми средствами, которые наука уже успела накопить. Зачастую новаторы остаются непонятыми, и достигнутое ими попросту забывается с тем, чтобы вновь сделаться предметом поисков и анализа следующих поколений.

Автор потратил немало труда, чтобы показать, что идея о концентрации энергии созвучна взглядам и мыслям, разделяемым лучшими представителями науки. Особое место занимают здесь высказывания К. Э. Циолковского, относящиеся к одной из основных проблем современного естествознания, к проблеме истинного значения круговорота энергии в природе. По инициативе автора книги и под его редакцией в издательстве Академии наук СССР и в Калужском книжном издательстве были выпущены две оригинальные брошюры И. И. Гвая о малоизвестной гипотезе Циолковского.

Нельзя назвать ни одного физика, который в той или иной мере

не посвятил бы названной проблеме значительной доли своего труда и исканий. Как и полвека назад, она и ныне не перестает привлекать к себе внимания исследователей.

Приведенные в книге высказывания классиков науки, а также описания встреч и бесед автора с крупнейшими учеными нашего времени представляют несомненный интерес для многих читателей. Ими интересуются, по-видимому, и историки естествознания, и специалисты физики, и инженеры, и преподаватели точных наук, которые в порядке творческой работы, естественно, должны будут определить свое собственное отношение к поднимаемым проблемам.

Таков своеобразный облик оригинальной книги, написанной со всей искренностью и горячностью энтузиаста точного знания, которая, несомненно, принесет большую пользу.

ПРОФЕССОР

В. С. Степанов

Ничто нельзя ни любить, ни ненавидеть, прежде чем не имеешь об этом ясного представления.

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

ЖИЗНЬ НАЧИНАЛАСЬ ТАК

Неправда, что жизнь мрачна, неправда, что в ней только язвы да стоны, горе и слезы!.. В ней есть все, что захочет найти человек, а в нем — есть сила создать то, чего нет в ней.

А. М. Горький

Если бы спросили, что сильнее всего запечатлелось в моей памяти из далекого детства, то я, не задумываясь, рассказал бы о таком эпизоде.

Утро. Просыпаюсь от холода. Хочу пошевелить руками, но не могу — связан. С усилием открываю глаза. Передо мной размокшая дорога, и на ней большой ленивый обоз. Я сижу в телеге. Мрачный возница привязал меня, чтобы не потерять ночью. За последней подводой поспешает мать. Она устала, отстает. Даже при утреннем сумеречном свете видно, как она измучена. А обоз все идет и идет...

Куда мы едем? Этого я не знал. Мне шел седьмой год.

Отец ушел из деревни на заработки, да так и не вернулся в родные места, неизвестно даже, на каком кладбище его похоронили. Родные, братья и сестры тоже разбрелись кто куда — выгнала нужда из насиженного гнезда.

В нашей деревне недород шел за неурожаем,

неурожай сменялся недородом. Недоимки окончательно задавили. Мать заколотила дверь и окна избы, бросила на произвол судьбы остатки развалившегося хозяйства и подалась, как тогда говорили, на заработки. Продавать из рухляди нечего, а коровы и лошади в хозяйстве давно уже не было. Так и побрела она почти без копейки денег, с шестилетним мальчонкой искать счастья.

Сначала поехали вверх по Каме в сторону уральских заводов. По дороге на одной из пристаней услышали, что объявлена война с Германией.

Было 1 августа 1914 г.

Конечно, я тогда не представлял себе, что такое война и как она отразится на миллионах семей труженников необъятной России. Но уже через два-три дня очень остро почувствовал тяжелую руку этой войны.

С пристани Гольяны (название-то какое!) мы должны были ехать по направлению Воткинск — Ижевск — Очер, т. е. к заводским поселкам, известным в той местности. До Ижевска была проложена узкоколейка, и туда можно бы уехать на поезде. Но денег не было, и мы пошли пешком. Шли день, два, даже ночью шли, шагая рядом с большим обозом. Один из возчиков сжалился и посадил меня на воз, а чтобы я в дремоте не упал, он привязал меня к телеге, как мешок с овсом.

...Утро дает себя знать. Поднимается и начинает пригревать солнце. Большак оживает. И навстречу, и обгоняя нас, идут люди. Но что это? Стоны и песни, слезы и плач — все перемешалось. Это из деревень, что по большаку, движутся толпы призванных на войну, провожаемых матерями и женами, братьями и сестрами.

Куда ни глянь — горе и горе. Уходят кормильцы, а вернутся ли они домой — кто же это знает? Были, конечно, и пьяные песни новобранцев, и визг гармошек, и ухарство, но ничто не могло ни заглушить, ни спрятать горя.

Мне стало страшно. С трудом выпростал руки, развязал веревку и со слезами бросился к матери. Она тоже плакала.

Вот эта утренняя мокрая дорога, стоны, плач, слезы и горе мне и запомнились крепче всего на всю жизнь.

Шло время. Все тяжелее приходилось матери. За что только она не бралась, за что только не принималась, чтобы добыть кусок хлеба! И стирала белье, и шила на других, и работала по-денно в поле, и даже псалтырь над покойниками читала.

Мне очень нравилось, как мать, взяв в руки тяжелую книгу, читала. Однажды я тоже взял в руки эту черную книгу и прильнул с ней к матери.

— Вот погоди, вырасту большой и буду читать, как ты.

Она посмотрела на меня, погладила рукой по голове и сказала:

— Не дай бог, чтобы как я...

А у самой слезы на глазах.

Позже я узнал, что мать была совершенно неграмотной. Она обладала изумительной, цепкой памятью. Все услышанное надолго оставалось у нее в голове. Не раз слушая, как читают псалтырь над покойниками, она запомнила текст, а потом читала его наизусть, подобно тому, как часто «читают» дети не раз читанные им книжки. Открывая книгу, мать только делала вид, что читает, на самом же деле лишь повторяла ранее слышанное.

В родной деревне ей больше не пришлось побывать — вскоре она умерла на чужбине.

И началась у меня новая жизнь, началась длинная, длинная дорога скитаний и испытаний.

Подобная участь выпала не только на мою долю. Таких сирот и детей, обездоленных сначала войной, а потом годами интервенции с их разрухой, было на нашей земле сотни и сотни тысяч, если не миллионы. Страну душил голод. Кому мы были нужны? Родному брату и тому были в тягость.

Пристроить нас всех сразу к жизни, к делу у молодой республики не было еще сил и возможностей. И вот тысячи таких, как я, в одиночку и толпами бродили по России в поисках хлеба и крова. Бывало тут всякое. Изредка удавалось наесться досыта и даже оставить кусок хлеба на завтра. Но чаще оставались голодными. Голод и холод стали нашими постоянными попутчиками.

Судьба забросила меня в эти годы в Поволжье, где был голод и мор. Тут мы порой были рады куску так называемого хлеба из лебеды и древесных опилок. А если удавалось стащить где-нибудь сухую воблу, это был уже настоящий праздник.

...Прошло несколько лет. Страна освободилась от непрошенных гостей — интервентов, мало-помалу стала преодолевать разруху, восстанавливать свое хозяйство. Партия и правительство при первой же возможности по ука-

занию Владимира Ильича Ленина развернули решительную борьбу с кошмарным наследием военных лет — с детской беспризорностью. Это была борьба за судьбу всех обездоленных сирот, за мою судьбу.

Наступил 1920 год. Я все еще колесил по дорогам страны. Позади десятки тысяч километров. Волга, Кама, Каспий, Урал. От Нижнего Новгорода до Перми, от Перми до Астрахани. Далее Баку, Дербент, Красноводск и снова Урал... Сейчас и не перечтешь всех тогдашних «резиденций» беспризорников.

Осень. Сыро и холодно. Прикамье только что вышвырнуло белогвардейские войска Колчака. Поздно ночью я с группой ребят выбежал с парохода на пристань. Это было в Оханске — небольшом городишке на Каме. В который уже раз судьба снова забросила меня сюда! Передвижение на пароходах в летнее время было для нас самым любимым занятием. Оно давало нам возможность существовать. Тут были и ночлег и пожива. Спали мы, как правило, между двойным полом на корме, но случалось ночевать и у колесного ограждения, за бортом. К чему только не приспособится человек даже в таком возрасте! В общем, всюду нам был дом родной, а пароходный четвертый класс — в особенности: его палуба всегда была набита народом, который не косился на нас. Среди этого народа мы и питались.

Помню начало конца этого безалаберного, полуголодного, неприкаянного существования. В длинном, не по росту, рыжем пальтишке с разорванными полами я шныряю меж пассажиров, ожидающих на дебаркадере посадки на пароход. Все, что попадает в руки: и полученное в виде доброхотного даяния, и то, что удалось подцепить у зазевавшегося, — опускаю в карман. Впрочем, карманов-то нет, а есть только прорези для них, но это и к лучшему — между подкладкой и верхом пальто можно таскать целую кучу добра. Она бьет по ногам, мешаает идти, а расстаться с добычей не хочется.

Обшарив пристань, хочу вернуться на пароход. А в это время на пристани началась облава на беспризорников. Я решил юркнуть на пароход под перила, минуя трап. Выбрал удобный момент, но только что изловчился, кто-то схватил меня сзади:

— Ты куда?

Обернулся — вижу здорового матроса в бескозырке.

Кричу ему в ответ:

— Дяденька, пусти меня, я коммунист!

— Вот, вот. Нам таких и надо. Иди-ка сюда.

Вытащил за штаны обратно на пристань. Вместе с другими ребятами отвезли меня в детский приемник. В приемнике ребятни было видимо-невидимо. Так, по крайней мере, мне показалось. Тут были и русские, и украинцы, и татары, и поляки, даже сербы и румыны. Одним словом, полный интернационал.

Стали спрашивать, кто из нас учился грамоте. Хотя мне и шел уже тринадцатый год (родился в июне 1908 г.), но в школу я еще не ходил и был записан в число неграмотных. Неграмотным я, наверное, и оставался бы неизвестно сколько еще лет, если бы в дальнейшем не попал в трудовую коммуну имени III Интернационала, где и началась моя настоящая жизнь. Здесь я впервые сел за парту, здесь же получил и первые свои трудовые навыки.

Конечно, лето и солнце, особенно на первых порах, манили нас на просторы дорог, и мы убегали. Но коммуна нам полюбилась, и к осени, хоронясь от дождя и холода, мы вновь возвращались под свою, постепенно ставшую родной, крышу.

Коллектив учителей и воспитателей подбирался в детские учреждения преданный делу и энергичный. Я до сих пор с благодарностью и чувством признательности вспоминаю моих дорогих воспитателей из трудкоммуны. Директором, или, как тогда называли, заведующим, трудкоммуны был Александр Васильевич Сукрушев. Учителями и воспитателями — Анна Сергеевна Синайская, Марианна Саввишна Сукрушева и многие другие. Старшим воспитателем нашей группы был Вячеслав Иванович Кобышев. Всем им мой глубокий поклон и большое спасибо.

Подумать только: сколько сил, энергии и терпения они вкладывали в наше воспитание, вернее, в наше перевоспитание! Случалось, что воспитательницы плакали от нас.

Невозможно описать здесь всех деталей быта и нравов, процветавших среди вчерашних маленьких бродяг. Что ни девчонка, что ни мальчишка — то свой нрав и свой порок. И вот из этих-то почти потерянных ребят выросли и врачи, и педагоги, и инженеры, и ученые. Таков замечательный результат беззаветного героического

труда наших дорогих воспитателей. Разве можно забыть их!

Взять, например, Вячеслава Ивановича Кобышева. Всю гражданскую войну он провел на фронтах, был несколько раз ранен, контужен, но продолжал беззаветно служить Родине, отдавал всего себя труднейшему делу перевоспитания малолетних жертв исторических потрясений. Все свое время он посвящал коммунарам, долгое время даже жил вместе с нами в интернате. Вот каким людям партия поручила чрезвычайно трудную работу с маленькими бродягами.

Организатором первой в этом крае школы-коммуны и ее бессменным руководителем был Александр Васильевич Сукрушев. Он начал создавать ее в первые годы гражданской войны, а к 1925 г. она представляла собой слаженный коллектив, в котором органично сочетались труд и учеба. В коммуне функционировали сапожная, слесарная и столярная мастерские, было и хозяйство с большими угодьями. Все работали на полях и в огороде. Даже самые маленькие не сидели без дела — им поручали собирать колоски после жатки. Хлебом тогда особенно дорожили, и Александр Васильевич давал строжайший наказ: ни одного колоска не оставлять в поле!

Как протекала жизнь в коммуне, какими событиями она была наполнена повседневно — это читатель может представить себе по блестящему произведению А. С. Макаренки — его «Педагогической поэме». Вопросам перевоспитания беспризорников посвящен также рассказ Л. И. Сейфуллиной «Правонарушители» и другие литературные произведения.

В каждой коммуне были, конечно, и свои особенности, свои радости и трудности, но их объединяло то, что партия придавала борьбе с беспризорностью огромное значение и с этой целью посылала туда наиболее стойких и наиболее увлеченных своим делом воспитателей.

Я храню характеристику, выданную мне учителями и воспитателями трудкоммуны. Этот документ дает ясное представление о том, как о нас заботились, как наставляли на правильный путь. Все положительные качества, отмеченные в характеристике, я целиком отношу к заботам и таланту воспитателей. Это они привили мне любовь к труду, к учебе, к общественной жизни.

Вот она, эта характеристика.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА,
данная бывшему воспитаннику Шалашинской школы-коммуны
Оханского района Пермского округа Уральской области
ОЩЕПКОВУ Павлу Кондратьевичу

ОЩЕПКОВ Павел принят был в школу-коммуну в качестве беспризорника в 1920 г. и в этом же году обучался в 1-й группе, в 1921/22 г. учился во 2-й группе, в 1922/23 г. учился в 3-й группе, а в 1923/24 г. учился в 4-й группе, а затем в том же году был переведен в 5-ю группу, а затем сразу переведен в 7-ю группу. Благодаря его даровитости и настойчивости Ощепков успел в течение двух лет проработать учебный материал за четыре года. По окончании школы-коммуны Ощепков в числе лучших воспитанников был отправлен для дальнейшего образования в г. Пермь.

Живя в школе-коммуне, Ощепков выделялся среди воспитанников способностью и настойчивостью учиться. Его все интересовало, и было большое желание все изучить. Наряду с грамотой он обладал успеваемостью обучения трудонавыкам. В течение двух лет он работал в сапожной мастерской. Помимо получения навыков в мастерской он оказывал помощь школе в снабжении детей обувью, шил сапоги, чинил обувь. Работа в одной мастерской его не удовлетворяла. Ощепков перешел на другую работу в другую мастерскую — в слесарную, где быстро научился делать тазы, ведра, лейки, паять. Своими знаниями он делился со своими товарищами, а в особенности большие услуги оказал для школы. Школа была обставлена инвентарем бедно. Ощепков шел и оказывал помощь — бесплатно делал тазы, ведра, лейки, паял и прочие ремонты.

Помимо навыков Ощепков отличался среди воспитанников в проведении общественной работы среди своих товарищей и окружающего населения. Ощепков часто на спектаклях, общественных собраниях выступал перед крестьянским населением с докладами на политические и сельскохозяйственные темы, а также в качестве декламатора на разные темы. Окружающее крестьянское население знало Ощепкова и удивлялось его успеху по его возрасту. А также Ощепков немалую работу вел среди своих товарищей. Дети его все любили. Он был хорошим организатором детской среды. Благодаря чему в его присутствии школа-коммуна пользовалась авторитетностью. Дети были самоорганизованы. Во все время Ощепков был председателем школьного исполкома, впоследствии — учкома. Последние два года был секретарем ячейки ВЛКСМ, которая была организована при его содействии.

В последние годы был избран в члены Оханского райкома ВЛКСМ, где принимал участие до отъезда из школы-коммуны.

Бывший заведующий Шалашинской школой-коммуной, а в настоящее время заведующий Острожской кустовой школой.

А. СУКРУШЕВ
учительница **М. СУКРУШЕВА**

Подписи А. Сукрушева и М. Сукрушевой Острожский сельсовет Оханского района Пермского округа свидетельствует.

М.П.
9.XI.29 г.

Председатель сельсовета (подпись)
Секретарь (подпись)

Может быть, кому-нибудь эта характеристика покажется слишком подробной, стилистически далеко не блестящей, но для меня она бесценна, так как воскрешает в сознании первую светлую и потому особенно дорогую страницу жизни.

Я не один был таким. Среди коммунаров было немало воспитанников, которые потом окончили высшие учебные заведения, приобрели хорошие специальности и теперь успешно трудятся на своих постах. У меня, к сожалению, нет достаточных сведений, чтобы рассказать о них.

Именно в трудкоммуне сложились мои первые осознанные представления об окружающей нас действительности. Именно там я начал задавать себе вопросы о будущем, стал мечтать, рисовать заманчивые картины предстоящей деятельности. Этому содействовало все: и неостывший еще пафос революционных дней, и великие задачи преобразования страны, и ее будущее.

Помню, как однажды приехал к нам в трудкоммуну работник губкома партии. Фамилию его запомнил, но знаю, что он был участником революционных боев и неоднократно встречался с Лениным. Он ярко и увлекательно рассказывал о том, как в условиях царских ссылок и тюрем большевики ковали победу революции, рисовал, какой будет страна через 50—100 лет, как чертовски интересно будет тогда жить. Я никогда не забуду один его рассказ, в котором он привел нам в качестве примера жизнь Владимира Ильича.

— Ильич ни на минуту не переставал работать и в ссылке,— говорил он.— В один из длинных сибирских вечеров в кружке друзей он убежденно и страстно говорил о том, каким будет социализм, каким будет коммунизм и как интересна будет жизнь человека. Все люди будут тогда приобщены к знаниям, к творчеству...

Один из собеседников неожиданно бросил ему реплику: «Все это «мечты, мечты, где ваша сладость...»

Ильич, быстрый на реакцию в подобных случаях, немедленно ответил ему: «А что, по-вашему, при коммунизме или социализме люди перестанут мечтать? Разучатся думать и уподобятся тем животным, которые, наевшись досыта, умеют только хрюкать да своим рылом корыто переворачивать? Так, по-вашему? Нет, миленький. Человек всегда будет стремиться вперед, всегда будет мечтать, всегда будет искать все новое и новое...»

Слушая эти рассказы, мы зачаровывались ими. Мы воображали себя уже строителями коммунизма. Но еще чаще, конечно, мечтали стать такими.

Живя в коммуне, мы учились мечтать. Не о себе, не о личном, а о гораздо более широком, заманчивом, волнующем. Слушая рассказы про Ильича, мы постепенно сами становились участниками его мечты.

Воспитатели трудкоммуны всеми силами стремились привить нам любовь к книге — этому лучшему другу и советчику. Именно там, в трудкоммуне, я впервые познакомился с книгой, и она навсегда вошла в мою жизнь. Из книг я узнал, что жизнь гораздо разнообразнее, богаче и содержательнее, чем мы ее видели. Из книг же я узнал, почему я и моя мать среди сытых буржуев и эгоистичных мещан не могли найти себе места под солнцем.

Нас учили не только понимать окружающую действительность, но и переделывать ее.

Партия и правительство, народ проявили тогда величайшую заботу об обездоленных детях, дали им в руки специальности, спасли от болезней и смерти, вывели на широкую дорогу.

Разве можно все это сравнить с моей горькой долей в дореволюционной России! Надо ли еще говорить, к чему могла бы привести мальчишку жизнь на колесах?

По меткому выражению замечательного металлурга Ивана Павловича Бардина, вся наша советская действительность отделена от прошлого дореволюционной России огненным рубежом — огнем революции. В огне этой революции сгорела дотла горькая участь всех обездоленных и выковалась новая система отношений человека к человеку, выковался новый человек, человек с новой моралью.

Теперь и в голову никому не придет, что в наших условиях может повториться горькая участь чеховского Ваньки Жукова. Многие даже и представить себе не могут, что это за судьба была у миллионов детей.

Говорят, что в сравнении все познается лучше и проще. С этой целью я и попытался в нескольких словах рассказать о том, как начинал жизнь в дореволюционной России и как воспитывала меня Советская власть.

Конечно, тот, кто дольше моего прожил до огненного

рубежа, может лучше и более красочно провести эту параллель, но и на мои детские годы выпало немалое испытание.

Каждый из нас, если поворошит свою память, наверное, найдет, что рассказать, что больше всего запечатлелось в его детском сознании.

Вспоминается один случай. Май 1923 г. Английский министр иностранных дел лорд Керзон предъявил тогда Советскому правительству ультиматум, требуя выполнить ряд условий. В противном случае он грозил вновь начать интервенцию. Но советский народ не дрогнул. На ультиматум Керзона вся Россия ответила небывалым трудовым и творческим энтузиазмом, несгибаемой волей к победе.

Вот как этот эпизод преломился тогда в нашем «беспризорном» сознании.

Выступая по поводу ультиматума Керзона на собрании коммунаров, один из наших воспитателей закончил свою речь словами:

— Мы теперь не мелкая сошка. Нас нельзя запугать никакими угрозами. Россия выстояла против Антанты, она выстоит и сейчас, откуда бы эти угрозы ни исходили.

И мы аплодировали этим словам так, что рукам было больно. Мы гордились тем, что Россия разрушенная, Россия мешочная с ее армией беспризорников воспрянула, расправила свои могучие крылья и теперь никто ей не страшен. Мы почувствовали себя настоящими гражданами Советской России. Коммуна сделала из нас, обездоленных, подлинных строителей коммунизма.

И как же приятно было мне читать выступление руководителя Кубинской революции Фиделя Кастро на открытии у них, на далекой Кубе, первой школы-интерната, где дети борцов за свободу учатся и трудятся на своих фермах и плантациях. Таких школ-интернатов на Кубе уже немало. Из них выйдут настоящие строители будущего, борцы за новую Кубу.

БЕЗ МЕЧТЫ НИКТО НЕ ЖИВЕТ

Мечта — это не то, что уже существует, но и не то, чего не может быть. Это, как на земле, — дороги нет, а пройдут люди, проложат дорогу.

Из древней рукописи

Мечта! Сколько надежд, радостей и огорчений, а еще больше разочарований у каждого связано с этим словом! И все-таки мы любим это слово.

Многие в детстве и в юности мечтали стать отважными летчиками, инженерами, учеными, врачами, педагогами, литераторами. Одних влекло желание покорять воздушные просторы и добиваться все новых и новых рекордов во славу Родины. Других — стремление создавать и управлять сложными машинами, заменяющими труд человека. Тот, кто думал стать врачом или биологом, горел желанием принести человеку избавление от недугов и болезней, хотел понять саму жизнь и, быть может, найти средство отодвинуть неизбежный для каждого роковой конец.

Быть ученым — это значит открывать новые тайны природы, исследовать неизвестное и тем увеличивать власть человека над стихией. Быть педагогом или литератором — значит прививать

людям все хорошее, воспитывать новое поколение и ограждать его от всего дурного.

А любовь и мечта! Разве когда-нибудь живут они врозь? Да и можно ли не сочувствовать юноше или девушке, мечтающим найти себе друга, который дополнил бы их собственную жизнь, стал бы навеки самым близким, самым родным человеком, с которым радостно пройти весь жизненный путь, как бы ни был он тяжел!

Мечта! Как много соединяем мы в этом слове надежд и желаний. Мечта всегда окрыляет человека — она опережает время. А в нашей стране и само время, в которое мы живем, подобно мечте. Все дороги открыты для всех дарований, каждый может мечтать и творить.

Не беда, что первые мечты порой бывают зелены, не ясны, не оконтурены жизненным опытом, не соразмерны с возможностями и силами творца-мечтателя.

В наше время изумительной техники и великих открытий даже самый смелый, гениальный человек не может творить в одиночку. Теперь творец-одиночка, творец вне коллектива — ничто.

Годы пребывания в школе, вузе, втузе, в любом другом учебном заведении, часы, проведенные с книгами, советы старших товарищей, совместная работа дают нам возможность и помогают вобрать в себя тот жизненный опыт, которого у нас самих еще нет.

Но самое главное, самое решающее в том, что весь уклад нашего общественного строя, вся система воспитания нового человека направлены на то, чтобы дело товарища, дело общественное, дело коллектива не отделялось от собственного, от личного. Этот неписанный закон во многих случаях у нас уже действует. И не только тогда, когда речь идет об общественно полезном проекте, мероприятии, изобретении, но и при оценке любого поступка члена коллектива. Жизнь человека нельзя безнаказанно отделять от интересов коллектива.

Жизнь, как известно, гораздо сложнее любых формул. Тысячу и тысячу раз прав Владимир Ильич Ленин, который писал, что строить коммунистическое общество нам придется не из разведенных в особых парниках и теплицах особо добродетельных людей, а из массового человеческого материала, испорченного в течение веков и тысячелетий рабством, крепостничеством и капитализмом.

В каждом из нас живут пережитки истории. Но Ле-

нин настойчиво учил подмечать в человеке прежде всего все хорошее, помогать развиваться положительным качествам, тогда и отрицательные черты не будут тяготеть над человеком.

Сложившиеся или, будем говорить осторожнее, складывающиеся в нашем обществе новые отношения человека к человеку выражены в моральном кодексе строителя коммунизма и призваны служить этой цели.

Для многих и многих тысяч советских людей слова «мое» и «общественное» уже перестали существовать в сознании как два отдельных самостоятельных понятия, они уже слились для них в одно — «наше». Для таких людей слияние личного с общественным стало неписанным, но непреложным законом жизни, столь же обязательным, как все то, что мы впитываем с молоком матери.

Да и кто другой, кроме коллектива товарищей по работе, первым придет тебе на помощь в трудную минуту? Только они помогут отделить в твоей мечте иллюзорное от реального, выполнимое от невыполнимого, больше того — они дополнят твою мечту, твою идею недостающими ей элементами.

Мечта — это цель, поставленная на завтра, на будущее. И сколько таких целей советский человек уже ставил перед собой и сделал их явью!

Жить и творить в советском коллективе — это все равно что самому прожить тысячу лет и иметь в своем распоряжении весь жизненный опыт этих лет.

Ярким примером проявления новых, поистине поражающих, опрокидывающих привычные представления отношений человека к труду является движение за коммунистический труд. Эти отношения проявились уже в первые дни революции, когда в истерзанной, голодной, разрушенной стране организовывались первые коммунистические субботники.

Стоит взглянуть хотя бы мысленно на картину, запечатлевшую Владимира Ильича Ленина на первом субботнике, и сопоставить ее с реальной действительностью наших дней. Сравните: сплошной ручной труд — и лес башенных кранов в панораме современных наших строек. Какой громадный путь прошла наша страна за шестьдесят с лишним лет!

Теперь уже не одиночки, а большие коллективы борются за коммунистическое отношение к труду. Пусть

пока их еще не так много, пусть пока мы видим только ростки желаемого. Но разве кто-нибудь сомневается в том, что наш народ находится в процессе переделки человеческого сознания.

От первых субботников до бригад коммунистического труда, общественных конструкторских бюро, общественных институтов — таков путь нашего народа, кующего человека с новой моралью.

И невольно приходит на память Ванька Жуков из чеховского рассказа «Ванька». Помните его письмо «на деревню дедушке»:

«...Милый дедушка, сделай божедкую милость, возьми меня отсюда домой, на деревню, нету никакой моей возможности... Кланяюсь тебе в ножки и буду вечно бога молить, увези меня отсюда, а то помру...»

Приезжай, милый дедушка, Христом богом тебя молю, возьми меня отседа. Пожалей ты меня, сироту несчастную, а то меня все колотят и кушать страсть хочется, а скука такая, что и сказать нельзя, все плачу. А намедни хозяин колодкой по голове ударил, так что упал и насилу очухался. Пропащая моя жизнь, хуже собаки всякой...»

Вдумайтесь только в эти горькие строки детского письма. Сердце щемит. А ведь таких Ванек были миллионы!

Воспитанник первых трудовых коммун, созданных Феликсом Дзержинским по инициативе Владимира Ильича Ленина, я хорошо знаю, что значит беспризорничество, из которого меня вырвала Советская власть. Об этом я коротко уже рассказал в предыдущей главе. Здесь я хочу попросить читателя сопоставить в своем сознании некоторые факты, к которым мы все привыкли, но которые не могут не поражать любого приезжающего в нашу страну иностранца.

Разве не поразительно, что у нас только в одной Москве сейчас студентов в высших учебных заведениях больше, чем в Англии и Франции, вместе взятых? Разве не поражает воображение тот факт, что в СССР выпускается инженеров втрое больше, чем в США — этой прославленной капиталистической стране? Только за один год в Советском Союзе сейчас более миллиона юношей и девушек поступают в высшие учебные заведения. Это ли не воплощение мечты сотен и сотен тысяч наших молодых людей? Многие из них, вероятно, даже и не

называли свое желание мечтой — они просто поступали в университет, в институт, так, как все поступают. Они даже не задумывались о том, что только Советская власть дала им эту возможность. Они не представляют себе, как мечтали об этой возможности их отцы и деды, прадеды и прапрадеды! И как о ней мечтают сейчас еще сотни миллионов юношей и девушек на всех континентах — и черные, и белые, и желтые!

В нашей стране теперь учится почти каждый четвертый.

Представьте себе хоть на минутку, что будет через 50—100 лет (как хотелось бы дожить до этого времени!). Можно не сомневаться, что тогда каждый гражданин нашей необъятной Родины получит высшее образование. Каждый гражданин нашей страны будет либо ученым, либо инженером, врачом, педагогом, агрономом, высококвалифицированным и высокообразованным рабочим. Да что там говорить, тогда никакую специальность нельзя будет отделить от науки. Обязательно придут дни, когда весь наш народ будет заниматься наукой. Эти дни уже наступают. Посмотрите, сколько уже теперь на наших заводах и фабриках, в колхозах и совхозах людей со средним и высшим образованием! Разве можно их заставить не думать, не творить, не интересоваться всем тем, что несет с собой наука? Наука — девиз коммунистического общества.

Вот почему мы так часто говорим друг другу: учитесь и мечтайте, творите и дерзайте. С каждым днем приближайте к себе светлое будущее!

ВЕЛИКАЯ СИЛА МЕЧТЫ

Мечта всегда сопровождала настоящего человека, даже в страшные предсмертные минуты. Вспомните Кибальчича. Сидя в Петропавловской крепости, в ожидании казни он писал: «Находясь в заключении, за несколько дней до смерти, я пишу этот проект... Если моя идея... будет признана исполнимой, то я буду счастлив тем, что окажу громадную услугу родине и человечеству». То была идея реактивного летательного аппарата.

Палачи повесили Кибальчича. Его идею предали забвению. Но другой русский ученый, гениальный самоучка К. Э. Циолковский, осененный великой мечтой о меж-

планетных полетах, развил и разработал теорию полета в безвоздушном пространстве с помощью летательных аппаратов реактивного действия. Он тоже перенес немало горьких обид, оскорблений и издевательств от царских чиновников и представителей тогдашней официальной науки за свои смелые идеи, за свою мечту. Как был бы он рад узнать, что простое русское слово «спутник», которое он наполнил новым содержанием в провинциальном городе Калуге, повторяется ныне на всех языках мира, что оно стало символом эпохи. Вся страна наша сейчас охвачена стремительным полетом только вперед во всех областях знания.

Все, что творит советский народ, олицетворяющий ум и совесть всего трудового человечества, все реально, все выполнимо и все — воплощение мечты.

А как мечтал об этом времени Ильич! Как он зажигал своей мечтой соратников по борьбе! Очень ярко и красочно рассказал об этом на страницах печати старый большевик, член партии с 1896 г. профессор Ф. Н. Петров:

«Мне выпало огромное счастье быть современником Ленина, встречаться, беседовать с Ильичем, выполнять его поручения. Из многих встреч и бесед с Ильичем хочется вспомнить об одной, самой первой и для меня особенно многозначной. Это было в 1900 г., когда я приехал в Москву по поручению киевского «Союза борьбы за освобождение рабочего класса». На явочной квартире в районе Арбата меня встретил студент-медик, молодой подпольщик, которого я знал прежде, Дмитрий Ильич Ульянов. Он пригласил меня к себе домой, обещав познакомить со старшим братом — Владимиром Ильичем, недавно вернувшимся из Шушенского и находившимся в Москве на нелегальном положении. И вот в квартире Ульяновых я впервые увидел, познакомился, беседовал с Владимиром Ильичем. Мы сидели в небольшой, уютной комнате. И молодой, невысокого роста, крепко сложенный человек с увлечением говорил нам, как важно сейчас объединить отдельные, разрозненные марксистские кружки в единую партию. И впервые я услышал тогда слова, позже прочитанные в книге «Что делать?», впервые я услышал тогда настойчивый ленинский призыв: «Надо мечтать!», — ленинские слова о мечте, обгоняющей естественный ход событий; но никогда не отрывающейся от жизни.

Надо мечтать! Да, уже тогда, в начале века, в дни моей юности, я, как и многие тысячи моих сверстников, мечтал о том, какой будет жизнь после того, как рабочий класс возьмет власть в свои руки. Это была мечта людей активных революционных действий, суровых классовых битв. Ленин поселил в наших сердцах глубокую веру в реальность светлой мечты о коммунистическом обществе, в ее осуществимость, ибо это мечта трудового народа, за которым будущее.

В своей последней статье «Лучше меньше, да лучше» Ильич вдохновенно говорил об огромных задачах социалистического строительства в нашей стране, о необходимости, выражаясь фигурально, пересест с лошади крестьянской, мужицкой, обнищалой на лошадь, которую ищет и не может не искать для себя пролетариат, на лошадь крупной машинной индустрии, электрификации... «Вот о каких высоких задачах мечтаю я», — писал тогда Ленин»¹.

И мечта Ильича стала явью. То, чем жил Ленин, что он планировал, о чем мечтал, сейчас наш народ, партия успешно претворяют в жизнь. Все, что завещано Ильичем, делается теперь народом.

«ЗЕЛЕНый ТОК»

Мне довелось вместе со своими товарищами по трудкомуне побывать на Волховской гидроэлектрической станции имени В. И. Ленина. Шел 1926 г., и станция находилась в предпусковом периоде. В то время вся страна строила эту станцию и гордилась ею. Она была первенцем электрификации в СССР. Владимир Ильич уделял много внимания этой стройке и заботился о ней.

В 1923 г. в статье «Лучше меньше, да лучше» Владимир Ильич писал:

«...всякое малейшее сбережение сохранить для развития нашей крупной машинной индустрии, для развития электрификации... для достройки Волховстроя...»

Главным инженером этой стройки был Генрих Осипович Графтио — ученый-энергетик, инженер, один из пионеров отечественной гидроэнергетики. Он предлагал свой проект комплексного использования водных ресурсов

¹ «Огонек», 1960, № 16, с. 3.

реки Волхов еще в 1910 г. Но царское правительство отказало ему, как несколько раньше, в 1897 г. оно отказало в осуществлении проекта инженера Добротворского.

Владимир Ильич уже в 1918 г. дал указание приступить к составлению сметы строительства Волховской гидроэлектростанции по проекту Графтио.

Самое главное и самое сильное впечатление на нас производили масштабы стройки, мощь плотины, через которую валом катили воды Волхова, вид машин и пульта управления. Мы тогда не один раз прошли под шумящими водами Волхова по тоннелю в теле плотины. Я не имел, конечно, и представления, что такое метро. Надо ли говорить, какое впечатление произвела эта экскурсия на наши юношеские головы?

Когда же мы пришли в главный машинный зал и поднялись на пульт управления, то нашему удивлению не было пределов. Да и как было не удивляться — ведь в бывшем монастыре, где размещалась наша коммуна, электричества еще не было. Я помню, как изобретал... керосиновую лампу.

Появился у нас в коммуне откуда-то «волшебный» фонарь для показывания «туманных» (так они тогда назывались) картинок (диапозитивов), а электричества не было. Вот я и изобретал освещение для этого фонаря. Дыму было много, а света мало. А тут сразу целое море электричества и притом, казалось нам, бесплатно (воды Волхова все равно бы текли и без плотины!).

В машинном зале Волховской гидроэлектростанции было установлено шесть генераторов по 10 тыс. кВт. По масштабам сегодняшнего дня 60 тыс. кВт — это небольшая, даже совсем небольшая мощность. Но тогда, на первых шагах электрификации страны, это было сооружение, поражающее воображение. В условиях истерзанной и разрушенной страны это было не только грандиозно, но и символично.

Глядя на сверкающие свежей краской машины, на многочисленные приборы, на людей, управляющих этими сложными машинами и приборами, я дал себе слово обязательно стать инженером-электриком. Именно тогда зародилась моя первая захватывающая мечта. Захотелось строить вот такие же электростанции, а может быть, и еще мощнее, строить машины и сооружения, которые бы использовали естественную, даровую энергию рек.

Вскоре после возвращения с экскурсии мы узнали из

газет, что состоялось официальное открытие первенца электрификации — Волховской электростанции. Как жаль, что Владимира Ильича уже не было в живых.

И вспоминается мне то время еще по одной, курьезной причине. Не помню точно, в какой газете это было напечатано (тогда все газеты много писали о пуске Волховской гидроэлектростанции), но точно помню, как один чрезмерно восхищенный журналист написал: «Председатель правительственной комиссии разрезал ленту, и зеленый ток медленно и плавно пошел по проводам в Ленинград».

Я тогда не представлял, что такое электрический ток, и не знал, как он «ходит» по проводам, но слово «зеленый» мне запомнилось. Почему-то подумалось: «Наверное, мечта моя тоже еще зеленая... Но я все равно буду добиваться ее осуществления».

И я ее осуществил. Я стал инженером-электриком по специальности «высокое напряжение».

ОТ МЕЧТЫ К МЕЧТЕ

Попробуем сравнить мощности первенца советской электрификации — Волховской гидроэлектростанции и Куйбышевской гидроэлектростанции на Волге.

На Куйбышевской гидроэлектростанции установлено 22 агрегата, по 105 тыс. кВт каждый. Это значит, что любой из них почти вдвое превышает мощность всей Волховской станции. В одной Куйбышевской гидроэлектростанции почти 40 Волховских.

Вся установленная мощность Куйбышевской гидроэлектростанции — 2,3 млн. кВт — более чем на полмиллиона киловатт превышает мощности, запроектированные по плану ГОЭЛРО¹.

Но теперь и это для нас не предел. В Красноярске на великой сибирской реке Енисее построена гидроэлектростанция общей мощностью в 6 млн. кВт. На ней установлено 12 гидроэлектрических генераторов, по 500 тыс. кВт каждый. Это ли не чудо современной техники — в одном агрегате почти десять Волховстроев. Теперь это самая большая гидроэлектростанция в мире. По своей мощно-

¹ План ГОЭЛРО, рассчитанный на 10—15 лет, предусматривал создание электростанций общей установленной мощностью 1750 тыс. кВт.

сти она в 100 раз превышает Волховскую ГЭС. Это лучший памятник, воздвигнутый советским народом великому Ленину, замечательное воплощение его дерзновенной мечты.

Знаменитый фантаст Герберт Уэллс в своей книге «Россия во мгле» после беседы с Владимиром Ильичем писал: «В какое бы волшебное зеркало я ни глядел, я не мог увидеть эту Россию будущего, но невысокий человек в Кремле обладает этим даром. Он видит, как вместо разрушенных железных дорог появляются новые, электрифицированные, он видит, как новые шоссейные дороги прорезают всю страну, как поднимается обновленная и счастливая коммунистическая держава».

Уэллс, человек огромного воображения, умевший заглянуть в будущее и нарисовать картины межпланетных полетов, не нашел в себе мужества поверить в реальность ленинского плана электрификации. Он не в состоянии был вообразить голодную, лапотную Россию страной электрифицированной, механизированной. На Западе тогда много иронизировали по поводу усилий русского народа. Да и у нас находились малoverы и зубоскалы, называвшие электрификацию «электрофикацией». Но история зло посмеялась над подобными «проицателями».

Если всю вырабатываемую у нас сейчас энергию пересчитать на мускульную силу человека, то получится, что на каждого из нас теперь работает 25 незримых работников. А к 2000 году их будет 500. Так растет наша власть над природой, над стихией.

С мечтой о великом будущем шли наши отцы и братья на баррикады, на гражданскую войну, боролись на фронтах Отечественной войны, защищая Родину. С мечтой о светлой жизни идут и сейчас на бой за свободу колониальные народы.

Во все века человек рисковал жизнью ради осуществления мечты!

Христофор Колумб 18 лет подвергался лишениям и унижениям, пока не добился осуществления своего проекта достигнуть берегов Индии, плывя не на восток, а на запад. Чего только не говорили в опровержение его идеи! На ученом совете при испанском дворе, где в последний раз обсуждался план экспедиции Колумба, находились и те, кто в принципе соглашался с шарообразностью Земли, но и они уверяли его в том, что если ему

и удастся спуститься на кораблях далеко за горизонт, то обратно, т. е. «в гору», ему никогда не подняться, и тогда вся экспедиция погибнет...

Только случайное стечение обстоятельств, личное покровительство испанской королевы Изабеллы помогло Колумбу осуществить его заветную мечту — он первым достиг берегов Америки. И не случайно народ Колумбии в городе Богота воздвиг памятник первооткрывателю Америки в виде двух статуй — Колумба и Изабеллы Испанской.

Еще более трагично сложилась судьба другого отважного мореплавателя — Фернандо Магеллана, который поставил своей целью найти пролив в американском материке и совершить кругосветное путешествие. Двенадцать лет страданий, лишений, голода и риска он стойко перенес во имя осуществления своей мечты. Его корабли, обогнув земной шар, благополучно прибыли в Севилью, т. е. туда, откуда они три года назад вышли на запад. Это путешествие впервые доказало, что Земля есть действительно шар. Подвиг Магеллана по тем временам был поистине величествен, он как бы расширил пределы мира. Этим подвигом был положен конец вековым научным спорам, и благодарное потомство будет вечно чтить имя Фернандо Магеллана в числе первооткрывателей. Он не дожил до славы победителя. Но три года его беспримерного плавания, открытие в южной оконечности американского материка пролива, названного его именем, и преодоление двух океанов — Атлантического и Тихого — позволяют называть его первым, кто осуществил вековую мечту человечества.

Так сильно порой владеет мечта человеком, что приводит его к подвигу. И таких примеров в истории человечества немало.

НЕВОЗМОЖНОЕ СЕГОДНЯ СТАНЕТ ВОЗМОЖНЫМ ЗАВТРА

Мечта — это то, что мы хотим видеть реальным завтра, послезавтра, в будущем. Мечта вчерашнего дня становится былью сегодня. Если бы многих из нас до 4 октября 1957 г. спросили — можно ли уже в наше время, точнее — сегодня, завтра запустить искусственный спутник Земли, то я не ошибусь, сказав, что ответ на этот вопрос

в подавляющем большинстве случаев был бы отрицательным.

Многим это казалось невероятным, несбыточным. Основоположника звездоплавания, нашего замечательного соотечественника К. Э. Циолковского называли калужским мечтателем. Группу энтузиастов, работавшую в 30-х годах под руководством талантливого изобретателя Ф. А. Цандера над изучением реактивного движения (группа ГИРД), насмешники называли «группой инженеров, работающих даром». Там же и в это же время начал свою работу всемирно известный ныне Сергей Павлович Королев.

Чтобы показать, как трудно приходилось первым энтузиастам советского ракетостроения, достаточно сказать, что первая их лаборатория находилась в случайном подвале дома № 19 по Садовой-Спасской улице, что их порой лишали даже продовольственных карточек на том основании, что они занимаются «чепуховой фантазией» и, следовательно, являются, по мысли не в меру ретивых начальников продовольственных отделов, нетрудовым элементом.

Однако глубокая вера в реальность своего дела укрепляла гирдовцев. Часто недоедая и недосыпая, они решали одну за другой труднейшие задачи. А что это были за задачи, видно хотя бы из того, что даже сам основоположник звездоплавания К. Э. Циолковский не раз говорил:

— Если бы люди знали, насколько сложна и тяжела ракетная техника, то они с ужасом отшатнулись бы от нее.

Советский человек смело шел на преодоление этих трудностей. Только с 1932 по 1941 г. в нашей стране было отработано и опробовано более 118 разнообразных ракетных двигателей.

Теперь мы все хорошо знаем, к чему привели труды пионеров советского ракетостроения.

«Невозможное сегодня становится возможным завтра» — эти излюбленные слова Константина Эдуардовича Циолковского мы можем повторить еще и еще раз.

1941 год. Началось величайшее испытание сил и единства первой страны социализма. Страшный враг напал на нашу страну. «Все для фронта!» — вот концентрированное выражение всех устремлений советского народа в те годы. Жертвы и героизм — повседнев-

ность и знамя. Кто не склонит голову перед могилами защитников Ленинграда!

И в этих труднейших условиях народ выстоял. Выстоял потому, что твердо знал, что защищать и во имя чего жертвовать всем, вплоть до жизни. Величайшая мечта человечества — коммунизм, вот что защищалось в эту войну. Разве можно забыть, что писал советский боец перед боем: «Если меня убьют в этом бою, прошу считать меня коммунистом». Такова сила мечты.

Сколько мужчин и женщин, юношей и девушек шли тогда добровольцами на выполнение самых трудных заданий. В стужу и в зной, в грязь, по пояс в болотах, в глубоких сугробах прокладывали они тропы к победе. И они победили. Заслуги их достойно отмечены Родиной.

Но подвиги героизма свершаются и в мирные дни. Теперь наша мечта — все передовое, новое, небывалое. Примеры героизма мы видим и в рекордах строителей, и в труде геологических экспедиций, в самопожертвовании при спасении людей в пучине морской и в эпохальных открытиях ученых. Сама жизнь, озаренная большой и светлой мечтой, помноженной на напряженный труд, есть также каждодневный подвиг. Кто не назовет великим подвигом жизнь Владимира Ильича Ленина, Сергея Мироновича Кирова, Максима Горького, Константина Сергеевича Станиславского, Глеба Максимилиановича Кржижановского и многих, многих других героев, отдавших свой ум, волю и силы достижению высоких целей. Пройдут десятилетия, и наши потомки с гордостью назовут великим подвигом жизнь тех, кто самоотверженно творил, трудился и строил благополучие нашего Советского государства.

Если бы человек или общество не могли представить себе в ярких красках будущее, если бы они не умели мечтать — ничто не заставило бы их идти долгим и утомительным путем к будущему.

Ну, а если говорить о себе, о своих замыслах и мечтах? Смогу ли я назвать такие, ради которых стоило жить и бороться? Да, смогу.

В одной из бесед я как-то поделился с Федором Николаевичем Петровым своей главной мечтой — найти способ сознательного управления процессами естественного круговорота энергии в природе. Внимательно выслушав, он ответил, что ему трудно понять весь смысл

этих идей, так как он не специалист в области энергетики. Потом я коснулся идеи о возможности расширения человеческого зрения на все непрозрачные тела и среды окружающего нас мира. Федор Николаевич оживился и стал расспрашивать о сущности развиваемых мною методов и принципов интроскопии, которыми я в то время особенно много занимался. Эта моя мечта глубоко заинтересовала его, и он без устали задавал мне все новые и новые вопросы.

Подумав немного, он ответил мне так:

— Медицина мне ближе всего. Я и образование имею медицинское и кое-что сам сделал в этой области. И если исходить из интересов медицины, то вы, по-моему, попали на золотonosную жилу. Что по своему значению может сравниться с изучением живого организма? А видеть процессы в живом организме в их природном состоянии, т. е. без вскрытия, будет открытием величайшим. Я в этом абсолютно уверен. Тут, я думаю, не может быть двух мнений. Надо принять все меры к тому, чтобы ускорить приход этой светлой мечты.

В заключение он сказал:

— А вы, молодой человек, — такое обращение ко мне неудивительно, так как он был в то время почти вдвое старше меня, — может быть, правы и в постановке большой, очень большой проблемы. Я не энергетик, но знаю, что ничто в мире, в том числе и в биологических тканях, т. е. в нас самих, не может происходить и не происходит без сложных взаимных превращений и преобразований, т. е. без энергетических переходов. В этом я с вами целиком согласен. И чтобы понять это, наверное, надо быть не столько узким специалистом в той или иной области, сколько хорошо знать диалектику. Надо быть философом-материалистом в широком и подлинном смысле этого слова. Пусть сопутствует вам и вашим коллегам полный успех в этом деле. Я желаю только этого.

Эти мысли он изложил тогда в письме, адресованном в издательство «Московский рабочий» МК и МК КПСС, где в то время готовилось к печати первое издание этой книги. И теперь, т. е. по прошествии многих лет после этого разговора, я могу утверждать, что мысли Федора Николаевича, высказанные им в письме, оказались созвучными мыслям сотен других советских людей, которые сочли своим долгом откликнуться на выход этой книги.

ПЕРВЫЕ ШАГИ НА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДОРОГЕ

*...знание возбуждает любовь; чем больше зна-
комишься с наукою, тем больше любишь ее.*

Н. Г. Чернышевский

Даже взрослые дети родителям кажутся «несмышлеными». Ну а как для коммуны? Не могли же, в самом деле, воспитатели трудкоммун водить своих питомцев по дорогам жизни до тех пор, пока у них борода вырастет! Коммуна к восемнадцати годам должна была всех нас подготовить к самостоятельной жизни. У меня в этом возрасте было страстное желание поступить в высшее учебное заведение. Учитывая его, меня после окончания семи классов направили в Пермь для продолжения образования.

В Перми, живя в детском доме № 12 для подростков, я начал было учиться в восьмом классе средней школы № 21. Но проходить в течение года курс одного класса — это меня не устраивало. Надо было быстрее наверстывать упущенное время. (В начале своих записок я уже говорил, что впервые за парту первого класса я сел тогда, когда мне исполнилось уже двенадцать лет.)

По совету воспитателей поступил на курсы по подготовке в вузы, организованные при Пермском рабочем факультете. Это дало возможность за короткий срок пройти весь материал за среднюю школу. С такой подготовкой я и расстался со своими воспитателями. Меня направили в Москву, в распоряжение Главпрофобра (тогда существовало такое учреждение — Главное управление профессионального образования).

Случилось так, что я приехал в Москву, когда набор в вузы уже закончился. Зимой 1927/28 г. пришлось провести не в соответствии с моими первоначальными намерениями. Тут было все — и учеба в течение нескольких месяцев в техникуме, и работа землекопом в городской кабельной сети, и жизнь в ночлежке (в той самой, которая прежде звалась Ермаковкой). Это здание и сейчас существует, его надстроили, и ныне там размещается одно из государственных учреждений.

Жизнь в ночлежке не смущала, я был приучен к ней раньше. Но во мне по-прежнему звучали слова: «И зеленый ток медленно и плавно пошел по проводам в Ленинград». Мне очень хотелось понять, что же такое электричество.

Однажды, работая в кабельной сети Мосэнерго, я встретил человека, который с душой подошел к моим недоуменным вопросам. К сожалению, я не помню точно его фамилию, но до сих пор ясно его представляю — серьезный и вздумчивый человек. Беседы с ним еще больше укрепили мое желание учиться, и учиться обязательно на электротехническом факультете.

ЖАЖДА ЗНАНИЙ

Осенью 1928 г. по ходатайству Замоскворецкого райкома комсомола я был направлен в Институт народного хозяйства имени Г. В. Плеханова и зачислен на электротехнический факультет. Итак, первая моя мечта осуществилась.

Но и на факультете меня не оставляло желание узнать как можно больше и как можно быстрее. Интересовало все. Я даже дал себе слово не пропускать ни одного занятия, не оставлять невыполненным ни одного задания, быть самым прилежным студентом. И все же желаемое знание ко мне все не приходило и не прихо-

дило. Я, конечно, не понимал, что, даже проучившись двадцать лет, я не дошел бы до понимания сущности электричества. Ведь природа электричества до сих пор остается для науки загадкой. Мне же хотелось понять все сразу и как можно лучше.

Электричество — это то, что пронизывает всю нашу жизнь — от домашней плитки до атомной электростанции. Мы многое знаем о свойствах электричества, о способах его использования, но почти ничего не знаем о том, что же такое само электричество, его существо. Многие даже не подозревают, наверное, что и ученые тоже мало что знают о природе электричества. Недаром имеет столь широкое хождение анекдот о профессоре, экзаменовавшем студента:

— Скажите, что такое электричество?

Студент, не задумываясь, начал быстро-быстро перечислять все, что он знал об электричестве, все, что он знал о законах, характеризующих это явление, все, что знал о проявлениях сил электричества... Потом рассказ стал постепенно замедляться и наконец совсем иссяк. До объяснения, что же такое электричество, студент так и не дошел. Немного помолчав, он сказал:

— Честное слово, товарищ профессор, знал, но вот все вылетело из головы, и я забыл.

— Какая жалость, какая жалость, — заметил профессор, — один человек на свете знал, что такое электричество, да и тот забыл...

В этой иронии много горькой правды. Я же тогда еще не представлял себе, что все это так мало изучено и что подробных ответов на мои недоуменные вопросы ждать не следует.

Начались дни учебы. Я старался добросовестнейшим образом выполнять все задания. Первая половина года прошла, можно сказать, без особых событий. Но вот во второй половине года произошел один эпизод, который сыграл немаловажную роль в моей дальнейшей жизни.

Профессором математики в институте был тогда Нил Александрович Глаголев — человек очень культурный и высокообразованный. Он читал лекции по всем разделам высшей математики, начиная от аналитической геометрии и кончая тензорным исчислением. У нас, на первом курсе, он читал аналитическую геометрию и начала дифференциального исчисления. Его жена Пра-

сковья Александровна Глаголева тоже работала у нас, она вела семинар, т. е. практические занятия по этим же разделам высшей математики.

И вот на одном из занятий она предложила нам задачу. Прошло десять, потом пятнадцать, двадцать минут — никто из студентов задачу не решил. Тогда она вызвала к доске одного из студентов и предложила ему записывать на доске все, что она будет говорить. Она хотела показать, как надо поступать в подобных случаях. Решение задачи было длинным-предлинным, и своими вычислениями и выкладками студент исписал не одну доску. Попутно с этим Прасковья Александровна объясняла нам и логический ход решения задачи. В это самое время я встаю и говорю:

— Прасковья Александровна, мне кажется, что вы неправильно излагаете ход решения задачи. Да и ответ, полученный вами, не может соответствовать истине, он неверен. Если проанализировать его, то он приводит к бессмысленному числовому значению.

— Как так? Объясните.

Прасковья Александровна немало удивилась моему заявлению, но еще больше студенты группы удивились смелости первокурсника, дерзнувшего возразить столь опытному педагогу. Надо иметь в виду, что мы ведь были тогда еще новичками в институте и авторитет преподавателя для нас был непреложным.

Я попросил разрешения выйти к доске. Прасковья Александровна охотно разрешила. Я вышел и, вооружившись мелом, стал анализировать полученный ею ответ. Мне легко удалось показать его нелогичность.

Прасковья Александровна согласилась с моим выводом и спросила:

— А как же, по-вашему, надо решать подобную задачу?

Юность всегда азартна. Откуда-то, неожиданно для самого, у меня появились и энергия и последовательность, и я с увлечением стал исписывать доску математическими выкладками. Я исписал две-три доски и наконец получил ответ. Ответ подтвердил, что я был прав, что ход решения задачи должен быть именно таким.

Прасковья Александровна, как умная женщина и опытный педагог, поддержала меня. Однако в душе я думал, что она обиделась на меня за то, что я, если можно так выразиться, «посадил ее в калошу».

Но каково же было мое удивление, когда на другой день вызвал меня к себе сам Нил Александрович Глаголев и стал убеждать перейти из технического вуза на физико-математический факультет Московского государственного университета. Он сказал, что в университете он тоже профессорствует и мог бы помочь мне осуществить переход. При этом он заметил, что давно уже наблюдает за моим поведением и за моими вопросами на его лекциях и что он взял бы шефство надо мной в университете.

Не знаю, правильно я тогда поступил или нет, но я отказался от его предложения. Я сказал Нилу Александровичу, что очень люблю математику, но хотел бы, чтобы она была для меня средством в работе, а не самоцелью. На этом мы с ним и расстались.

Однако из всего этого я сделал для себя кое-какие выводы. Я решил испытать свои силы на том, чтобы готовиться к очередным занятиям заранее, т. е. задолго до того, как будет прочитана положенная по данному курсу лекция. Этим я хотел проверить — смогу ли без помощи профессора разобраться в изучаемом материале. И вот, начитавшись по учебникам о будущей лекции профессора, я шел на лекцию и внимательнейшим образом ее слушал. Может быть, это было наивно, даже наверняка было наивно, но я не находил в лекциях того, чего уже не знал бы из прочитанной литературы.

Так кончилась моя вера в кумир. Я решил самостоятельно изучать все разделы высшей математики. Ну и, конечно, не посещать больше никаких лекций и никаких занятий. Тогда это можно было делать: была пора свободных посещений занятий в вузах и втузах. Так кончился и мой обет быть самым прилежным студентом — не пропускать ни одного занятия, не оставлять невыполненным ни одного задания. Я превратился в самого недисциплинированного студента.

Чем же все это кончилось? А кончилось тем, что за оставшуюся вторую половину года я проштудировал всю программу по математике за первый и второй курсы института и еще несколько теоретических предметов.

Наступила весенняя экзаменационная сессия. Вместе со всеми студентами я пошел сдавать и те предметы, которые подготовил самостоятельно.

Помню, как сейчас, тот весенний день, когда получил экзаменационный листок по аналитической геомет-

рии. Отошел с ним в сторону, сел за стол и довольно быстро выполнил задание. Подошел к принимающему экзамен, сдал свое решение и ответил на все дополнительно поставленные вопросы. Результат — «зачет» (тогда это была единственная отметка о сдаче экзамена).

Получив «зачет» по аналитической геометрии, я обратился к экзаменационной комиссии с просьбой дать мне задание по курсу «дифференциальное исчисление». Просьба была удовлетворена, и я вновь получил экзаменационный листок. Опять отошел в сторону, сел за стол, выполнил полученное задание, через некоторое время был снова у экзаменаторов и получил «зачет». Когда они ставили в зачетную книжку отметку о сдаче мною курса дифференциального исчисления, кто-то из них спросил:

— Вы, может быть, еще что-нибудь хотите сдать?

Я ответил:

— Да, я хотел бы сдать интегральное исчисление.

Мне и это разрешили. И я опять получил экзаменационный листок. Через несколько минут я вновь подошел к столу экзаменаторов и подал им выполненное задание. Несколько минут беседы — и у меня вновь в зачетной книжке появилось заветное слово «зачет» против данного курса. При этом один из членов экзаменационной комиссии не выдержал и спросил меня уже несколько повышенным тоном:

— Вы, может быть, еще что-нибудь хотите сдать?

Я ответил:

— Да, я хотел бы сегодня сдать еще курс дифференциальных уравнений.

Члены комиссии переглянулись, но разрешение мне дали. И снова я получил экзаменационный листок и через некоторое время подал выполненное задание. Снова беседа, и снова в моей зачетной книжке появляется слово «зачет».

Так, в течение одного дня я, будучи студентом первого курса, сдал все экзамены по высшей математике за первый и второй курсы института. Окрыленный успехом, я набрался смелости и в весеннюю же экзаменационную сессию помимо всех предметов за первый курс сдал еще два предмета за второй курс (сопротивление материалов и все разделы теоретической механики).

Это совсем не означает легкомысленного отношения к изучению перечисленных предметов. Я очень много и терпеливо трудился над ними. А что касается задач по этим предметам, то я, наверное, перерешал их чуть ли не все. В ту пору я вел дневник и точно записывал, сколько задач решил за каждый день. Так вот, только по одному интегральному исчислению я решил более 2400 задач. Это-то и сказалось на моем успехе во время экзаменационной сессии.

Летом из общежития почти все разъехались, и это дало мне возможность вновь усесться за книги. К осени я подготовил для сдачи еще несколько предметов. До наступления занятий сумел сдать еще четыре предмета за второй курс. После этого меня вызвали в деканат к профессору Сергею Ивановичу Курбатову, и он предложил мне перейти сразу на третий курс, минуя второй. С этим я, конечно, согласился. Таким образом, я действительно миновал второй курс и неожиданно для себя сразу очутился на третьем.

Придя в группу третьего курса, я, естественно, сначала немного смущался. Казалось, что на меня могут посмотреть как на выскочку. Но я быстро освоился и нашел там хороших друзей. В группе было много студентов с жизненным опытом. Некоторые пришли в институт с рабфака, другие — по набору парттысячи, и все — хорошие труженики и душевные товарищи. С товарищем Мухиным, например, Александром Андреевичем, ныне преподавателем кафедры теоретической электротехники того же института, мы дружим и по сей день. Всех, конечно, не перечислишь, но имена многих я запомнил навсегда. Это товарищи Алексаньян, Воронков, Сатюков, Полянский и многие другие. Об этой группе я часто вспоминаю, и всегда с большой теплотой.

Вскоре электротехнический факультет Института народного хозяйства имени Г. В. Плеханова объединили с таким же факультетом Московского высшего технического училища. Так образовался Московский энергетический институт.

ПЕРВАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Дальше жизнь пошла, как и во всех вузах, — учеба, практика, каникулы и снова учеба. За время практики побывал на ряде предприятий Москвы — на заводе ре-

зинотехнических изделий «Каучук», на Карачаровской и Кожуховской электроподстанциях и на многих других. Были и дальние командировки на практику. Хорошо помню работу в качестве практиканта на электростанции Лысьвенского металлургического завода на Урале. И еще одну практику в том же районе — монтаж высоковольтной (напряжением 110 тыс. В) линии электропередачи Кизелгрэс — Чусовая.

Приехали мы на Кизелгрэс ранней весной. Очень скоро выяснилось, что на этой стройке специалистов, как говорят, «кот наплакал». Это были годы первой пятилетки, и у нас еще остро ощущался недостаток в собственных инженерах.

Вызвали нас в дирекцию и говорят:

— Ну вот что, дорогие друзья. Вы — четверокурсники, можно сказать, без пяти минут инженеры, поэтому работать вам надо на инженерных должностях.

Получили мы бригаду рабочих, чертежи, материалы и отправились в горы, на 54-й километр трассы. Это была увлекательнейшая и интереснейшая работа. Живя в лесу, за много километров от населенных пунктов, мы были предоставлены самим себе. Именно это доверие нас больше всего и воодушевляло.

С заданием мы справились, можно сказать, неплохо и поэтому возвращались в институт довольные.

Вскоре я получил задание дипломного проекта и, как все, сел за его выполнение. Обстановка в институте была в то время самая замечательная. Чувство товарищества было развито, как никогда. Часто работали бригадами и всегда помогали друг другу.

У меня остались хорошие воспоминания и о профессорско-преподавательском составе. Подолгу мы вели с нашими «метрами» откровенные и задушевные беседы. Помню, как однажды я спросил преподавателя по теоретической электротехнике А. В. Сергеева:

— Почему это вы, Александр Васильевич, задаете нам такие надуманные схемы? В жизни ведь все равно с такими сложными схемами не придется встречаться. Зачем же терять время на их изучение?

Он немного подумал и говорит:

— Да, я знаю, что с такими сложными схемами в жизни вам не придется встречаться или, во всяком случае, редко придется встречаться. Но моя обязанность состоит не только в том, чтобы научить вас решать кон-

кретные и практические схемы. Они, эти реальные схемы, каждая в отдельности, несомненно, будут и проще и меньше изучаемых, но зато сколько их будет! Мы же в институте не можем их все разобрать. Вот и выходит, что наша задача состоит в гораздо большем — мы должны научить вас электротехнически мыслить. А если вы научитесь правильно мыслить в этой области, то я буду уверен в том, что вы наверняка справитесь с любой встретившейся вам в жизни практической задачей. Уметь мыслить данными категориями, уметь владеть методологией в данной области — вот то, к чему я хочу вас всех привести.

Слова эти крепко запали в мое сознание, и я стараюсь применять их в своей жизни.

30 июня 1931 г. я окончил Московский энергетический институт. Мне в этот день без защиты диплома было вручено свидетельство инженера-электрика по специальности «высокое напряжение».

Такой день всегда отмечается торжественно, а тут еще нам преподнесли от имени дирекции и общественных организаций института подарки. Я получил Почетную грамоту за досрочное окончание института и высокое качество выполнения учебного плана. В этой короткой и теплой грамоте были разные хорошие слова, но самыми дорогими для меня и по сей день являются те, что свидетельствовали о моем социалистическом отношении к труду. Именно эти слова меня больше всего тогда тронули. Это было как будто продолжением жизни в трудкоммуне.

Страна наша в то время была на подъеме. Всюду шло строительство, и всем нужна была электроэнергия. Строили и электростанции. А где взять необходимых специалистов? Выпуски институтов, в том числе и нашего, были капли в море по сравнению с потребностями. Нас стали распределять по важнейшим энергосистемам, таким как Мосэнерго, Донбассэнерго, Уралэнерго и другие «энерго». Очень хотелось поехать или в Горький, вернее, в Балахну, или на Урал. Но судьба решила иначе: меня оставили в Москве и назначили старшим инженером в сектор эксплуатации Энергоцентра ВСНХ.

Недолго, однако, пришлось там работать. Рост систем энергохозяйств, повышение их мощности, необходимость кольцевания крупных электростанций настоя-

тельно требовали создания надежной их защиты. По постановлению Наркомата РКИ меня и еще девять человек направили в Ленинград на специальные курсы по защите электростанций, организованные при Ленэнерго. Руководил ими П. П. Рыжов, замечательный энтузиаст этого дела. Он привил нам много хороших качеств, а главное — смелость в решении сложных инженерных задач защиты. В то же время он настоятельно предупреждал нас от непродуманных решений.

ПЕРВАЯ ВСТРЕЧА С ИНОСТРАНЦАМИ

Через шесть месяцев, т. е. в том же 1931 г., мы вернулись на свои места: я — опять в Энергоцентр ВСНХ, остальные — по областным энергосистемам.

Потребность в специалистах, как я уже сказал, была тогда очень большой. Страна прилагала гигантские усилия к техническому перевооружению всего народного хозяйства. На наших стройках в период первой пятилетки работало много иностранных специалистов. Такая известная английская фирма, как «Метрополитен-Виккерс», на ряде советских электростанций вела крупные работы по установке и монтажу паросилового и электротехнического оборудования. Со специалистами этой фирмы мне пришлось столкнуться, и вот при каких обстоятельствах.

Иваново-Вознесенская государственная районная электрическая станция (Ивгрэс), расположенная в селе Миловском близ города Иваново, строилась тогда при участии этой фирмы — «Метрополитен-Виккерс» поставляла турбогенераторы, трансформаторы и защиту к ним.

Случилось так, что один из шести турбогенераторов мощностью 24 тыс. кВт при включении в сеть стал проявлять свой «норов»: до тех пор пока нагрузка не превышала 18 тыс. кВт, машина работала нормально, но стоило превысить эту нагрузку, и генератор немедленно отключался от сети. Это очень плохо отражалось на работе промышленных предприятий города Иваново и его пригородов. Как ни бились местные специалисты и работники фирмы, но исправить положение не могли. Полетели телеграмма за телеграммой в Москву, в Энергоцентр, о присылке специалистов.

В Энергоцентре опытных специалистов по этой части

также не было. Самым «опытным», если можно так выразиться, оказался я, мне и пришлось по указанию Глеба Максимилиановича Кржижановского срочно выехать в Иваново-Вознесенск (тогда так назывался нынешний город Иваново).

К концу учебы в институте мы порой воображаем себя такими специалистами, что дальше и ехать некуда — все знаем и все можем. Однако первое же столкновение с практикой показало, что все мои знания, полученные в институте, по сравнению с громадой встретившихся трудностей выглядят мизерно. Мне даже показалось, что я вообще ничего не знаю. С таким чувством я и приехал на электростанцию.

Директор электростанции Белов и главный инженер Рагозин объяснили, в чем заключаются неполадки. Английский специалист Чапек их подтвердил. Однако ни одной конкретной причины ненормальной работы турбогенератора ни советские, ни английские специалисты не назвали, хотя в общем все признали, что дело тут, по-видимому, в защите.

Кто бывал на крупных электростанциях, тот знает, что система защиты — это большое хозяйство, целый комплекс приборов и автоматов, расположенных в специальном закрытом помещении. Вход в такое помещение всегда бывает опломбирован.

Вхожу в помещение в сопровождении директора, главного инженера, английского специалиста и еще нескольких человек. Говорю, что хочу лично проверить все приборы защиты капризного генератора. Мне отвечают, что этого, мол, сделать нельзя, что это опасно, грозит аварией не только на электростанции, но и на ряде промышленных предприятий, питающихся током электростанции.

— Во всяком случае, — говорит директор, — если вы хотите сами все еще раз проверить, то это можно сделать только при выключенном турбогенераторе. А сделать это можно только тогда, когда будет снята нагрузка, или в праздничный день.

Что делать? Чувствую, что руководство электростанции не очень-то доверяет мне. Смущает, видимо, и моя молодость, и некоторая робость, хотя внешне я и старался держаться самоуверенно. «Нет, — думаю, — я должен побороть всяческие сомнения в своих силах, должен доказать, что могу провести испытания на полном ходу,

ни на минуту не останавливая турбогенератор. Да и весь смысл моего плана состоит в том, чтобы проверить работу защиты именно под нагрузкой». Набравшись смелости, я заявляю директору электростанции:

— Я твердо решил провести проверку работы системы защиты немедленно и на полном ходу турбогенератора.

— Нет, мы этого не можем вам разрешить. Это грозит не только остановкой, но и аварией на многих предприятиях из-за отключения электротока. Да такой практики никогда еще и не было, чтобы проверяли защиту на полном ходу машины.

Я говорю, что иначе поступить не могу.

И вот среди большого зала релейной защиты столкнулись представители двух точек зрения. С одной стороны — молодой специалист и новые методы работы, с другой — руководство электростанции вместе с английским консультантом и старые методы работы. Проходят тяжелые минуты молчания, с уст срываются отдельные фразы, ни та, ни другая сторона не отступает ни на йоту от своей точки зрения.

Наконец, я заявил, что всю ответственность беру на себя и приступаю к проведению опыта. Вижу, зал постепенно пустеет, и вскоре никого в нем не остается. Никто не захотел разделить со мной ответственность за то, что может произойти в эти минуты. Я закрываю двери и остаюсь один на один с искомой ошибкой в системе бесконечных проводов и приборов. Я был уверен, что ошибка именно здесь, в этом зале.

Не помню уж, сколько раз выступал холодный пот на моем лице, пока я добрался до истины. Я принял, кажется, тысячи предосторожностей для того, чтобы не вызвать аварии на электростанции и не оставить заводы без тока. В другом случае я, быть может, ограничился бы принятием только одной или двух предосторожностей, но в данном случае ограничиться этим было нельзя.

Отыскал необходимые клеммы, провода и подключил к ним свои контрольно-измерительные приборы. В одном из приборов фирмы АЕГ обнаружил дефект, который мог вызвать неправильную работу турбогенератора. Еще и еще раз проверил все и пришел к твердому убеждению, что причина именно здесь. Закончив работу и устранив дефект, поднялся к пульту управления электростанции и в вахтенном журнале записал: «Защита тур-

богенератора № 5 проверена; дефект обнаружен и исправлен. Машину можно включать на полную мощность».

Я был настолько уверен в правильности своих действий, что эту запись делал с чувством удовлетворения.

Вечерело. Я не стал дожидаться никого из дирекции, а поспешил на вокзал и уехал.

Вскоре узнал, что мои действия сломили дух скептицизма и недоверия к новым методам работы и ко мне лично, и не только на самой электростанции, но и в управлении Ивэнерго. Это было видно хотя бы из того, что начальник Ивэнерго Яранцев обратился в Москву с просьбой откомандировать меня в Ивановскую область в качестве специалиста по защите электростанций.

Через некоторое время я уже ехал в Иваново-Вознесенск не в качестве командированного, а на постоянное место работы. Встретили меня там очень хорошо, проявили максимальную заботу даже о бытовом устройстве. Вызвал меня к себе начальник управления Ивэнерго Яранцев и говорит:

— Вот вам ордер на четырехкомнатную квартиру, обосновывайтесь в ней, перевозите свою семью и обживайтесь.

Я отвечаю:

— У меня нет семьи, и мне некого перевозить.

— Ну, это беда небольшая. У нас в Иваново есть много хороших текстильщиц, и вы очень скоро можете обзавестись семьей.

В Иваново я семьей не обзавелся. В том же году мне пришлось уехать в Ленинград по месту призыва в армию.

В Иваново была еще одна интересная встреча, о которой хочется рассказать.

Вскоре по приезде в Иваново-Вознесенск явился ко мне Нордволд, инженер той же фирмы «Метрополитен-Виккерс».

Он просил меня о следующем:

— Мистер Ощепков, я слышал, вы большой релей-инженер, и я хочу рассказать вам следующее. Электроэнергия от Ивановской ГРЭС подается в город Иваново через подстанцию, где установлены очень большие трансформаторы. Каждая фаза имеет мощность не менее 10 тыс. кВт, а полная мощность подстанции 60 тыс. кВт. (По тому времени это была очень большая мощность, она равнялась мощности всего Волховстроя.)

Через эту подстанцию питается весь город и все его заводы, но подстанция работает абсолютно без какой-либо защиты, так как мне никак не удалось ее включить. Там поставлены реле фирмы «Дженерал электрик», изготовленные на одном из итальянских заводов. Я проверил их работу, они работают правильно. Но я думаю, что имеется ошибка в схемах включения. Я уже делал запрос по этому поводу в Лондон, где разрабатывались эти чертежи, но мне ответили, что чертежи правильные и надо делать все по ним. Я вновь включил так, как показано на чертежах, но опять ничего не получилось. Приборы не работают. Думаю, что в чертежах все-таки имеется ошибка, а инженеры из лондонской конторы не хотят этого признать. Я очень прошу вас, мистер Ощепков, проверить эти чертежи и дать свой совет.

Что я мог тогда ответить столь опытному на вид, пожилому инженеру, да еще иностранцу? Передо мной было поставлено много загадочных вопросов, и разобраться в них было, конечно, нелегко. Я попросил Нордволда оставить мне все чертежи и пообещал ему, что внимательно их просмотрю.

Через некоторое время у меня возникла мысль, а потом и убежденность, что в чертежах никакой ошибки нет, но инженер Нордволд неправильно их понимает. Но как высказать такую точку зрения? Лучше было бы сначала все проверить на месте и только потом дать свое заключение. В один из удобных дней я поехал с двумя техниками на эту подстанцию и стал проверять свое предположение. По чертежам — необходимо было соединить всю защиту как на высокой, так и на низкой стороне по схеме треугольников. Для электриков это слово очень понятно. Но электрический ток в данном случае переменный, и фазы вращения его могут находиться в одно и то же время в совершенно различном пространственном положении. Приборы на низкой и высокой стороне действительно могут быть соединены по чертежу треугольником, но пространственного совпадения этих треугольников и фаз может и не быть. Именно поэтому-то у английского инженера, должно быть, ничего не получалось в течение полугода. Я принял меры к тому, чтобы проверить совпадение фаз в пространстве и во времени, и нашел такое положение, при котором все это может быть осуществлено. Проведя необходимую работу, мы включили приборы защи-

ты, и никакой аварии на подстанции не произошло. Все работало нормально.

Чувство большой ответственности не позволило мне в то время включить всю систему защиты сразу. Я осуществил ее только для одной группы трансформаторов, а другую группу оставил по-прежнему без защиты. Этим я хотел на всякий случай обезопасить себя, если что-либо произойдет с включенной защитой: тогда могла бы выключиться не вся подстанция, а только ее часть, поэтому нагрузка могла бы остаться на другой группе трансформаторов. В вахтенном журнале я сделал запись: «Трансформаторную группу № 1 включать только параллельно с группой № 2».

Я был уверен, что все сделал правильно, и все же беспокойство не покидало; в последующие десять — двенадцать дней я просыпался только с одной мыслью — не произошло ли чего-либо на подстанции. Все еще казалось, что не могли же английские инженеры, присланные фирмой к нам в Россию, не разобраться в таком относительно простом вопросе. Но время шло, и никаких тревожных звонков не было. Тогда я еще раз поехал на эту подстанцию, еще раз проверил все и записал в вахтенном журнале: «Трансформаторную группу № 1 можно включать и самостоятельно, защита ее в полном порядке».

Так на первых же порах практической деятельности мне пришлось столкнуться с острыми и сложными вопросами.

Вскоре я уехал, как уже говорил, в Ленинград. Друзья из Иваново-Вознесенска часто писали мне. В одном из писем рассказывали, что на Ивановской подстанции рабочие после этого не раз говорили: «Что нам теперь англичане, мы и сами не хуже англичан».

Конечно, в Англии много хороших специалистов, но возможно, что в отдельных случаях к нам из-за границы приезжали люди не столь уж опытные. Среди приезжавших попадались, конечно, и такие, целью которых было побольше заработать денег у нас в России.

Теперь все это позади. Наша страна сама вырастила собственных инженеров, теперь уже редко встретишь у нас иностранных специалистов, а наших специалистов можно встретить во многих странах мира.

Так первые мои шаги на самостоятельной дороге

совпали с первыми шагами нашей страны по пути реконструкции ее народного хозяйства.

Прошло около 30 лет. Для человека это много. И вдруг я получаю пакет из города Иванова, а в нем письмо и книга под названием «Биография края моего». Писал из Иванова Василий Николаевич Костин. Он сообщал о том, что Верхне-Волжское книжное издательство решило выпустить к 50-летию Советской власти книгу о путях становления Советской власти в этом крае и о его развитии. Раскрываю книгу и вижу в ней статью под интригующим названием: «Иначе поступить не могу».

Велико же было мое удивление, когда я прочитал эту статью. Оказывается, в Иванове есть еще люди, которые знают и помнят описанный эпизод с иностранцами. Вот и решили они поместить в свой альманах статью, рассказывающую о случае с английскими специалистами. Конечно, сам по себе эпизод этот незначителен, но то, что люди через 30 лет вспомнили о нем, обо мне, не могло оставить меня равнодушным. Это лишь один конкретный пример новых отношений советских людей друг к другу. Великий Ленин говорил, что для определенной категории людей моральный фактор поощрения часто имеет гораздо большее значение, чем материальный. И если человек заслуживает поощрения, надо пользоваться этим средством воспитания, чаще применять его, особенно к молодежи. Общеизвестно, что поощрение порой действует сильнее, чем наказание. Значит, за хорошее надо платить хорошим и не скупиться,— это окупится обществу с лихвой.

ИСТОРИЯ ОДНОГО ОТКРЫТИЯ

Основная ткань исследования — это фантазия, в которую вплетены нити рассуждения, измерения и вычисления.

А. Сент-Дьёрдьи

Апрель 1932 года. Я нахожусь в составе команды одногодичников Псковского зенитного артиллерийского полка. Перед нами поставлена задача в максимально короткий срок овладеть специальностью зенитчика. Для нас, окончивших вузы и имеющих высшую допризывную подготовку, этот срок сокращен до шести месяцев.

За полгода мы должны пройти общевойсковую подготовку и овладеть теорией и практикой зенитной артиллерийской стрельбы. Из нас должны сделать командиров запаса зенитных артиллерийских взводов.

В то время командовал полком очень опытный командир, большой друг всего нового Владимир Михайлович Чернов, человек большой эрудиции и высокой культуры. Он был очень требовательным к нам, но еще больше — к подчиненным ему командирам, требовал, чтобы они относились к своим задачам и обязанностям не по-казенному, а вдумчиво и сознательно.

Никогда не забуду его постоянных напоминаний о том, что мы находимся еще только в начальной стадии развития техники зенитной артиллерийской стрельбы, что авиация противника делает все бóльшие успехи в отношении увеличения скорости и потолка своих полетов и что поэтому любые наши текущие усовершенствования в технике стрельбы могут со временем оказаться не только устаревшими, но и совсем непригодными.

Основным методом стрельбы по самолетам тогда был табличный метод. В специальных книжках-таблицах был приведен свод расчетных данных для стрельбы. Для всевозможных точек воздушного пространства в зоне досягаемости орудий заранее были рассчитаны установочные данные для прицела, дистанционной трубки взрывателя снаряда, угла упреждения и т. д. Но, для того чтобы пользоваться таблицами, надо было очень быстро и с большой точностью определить курс полета самолета, его высоту, скорость и местонахождение (т. е. дальность до него), а потом с минимальной потерей времени отыскать нужную графу в таблицах и с еще большей скоростью скомандовать найденные установочные данные орудийному расчету. Как бы быстро это ни делалось, уходили драгоценные секунды, в течение которых самолет мог далеко уйти от места засечки его, и вероятность встречи снаряда с ним катастрофически падала.

В условиях бурного развития авиации тех дней мы должны были не только непрерывно совершенствовать свои знания, но и сами в какой-то мере превратиться в «человека-автомата».

Однажды во время перерыва подходит к нам Владимир Михайлович и говорит:

— Ну как, товарищи? Как дается вам наша наука? Вам, наверное, все это кажется пустяками по сравнению с вашими электронами, протонами и всякими другими «онами»? А я вот придерживаюсь на этот счет другого мнения.

Мы, конечно, к нему с расспросами: почему он считает свое дело сложным и трудным? Оказалось, что мы задели его «больную струнку», и он рассказал нам ряд случаев из своей жизни.

— Мне пришлось, — говорил он, — защищаться от самолетов еще в гражданскую войну. Было это в 1919 г. под Ямбургом. Какие были тогда самолеты? Можно сказать, «калоши» по сравнению с тем, что мы имеем сейчас. Но и

они причиняли нам немало вреда на фронте — больше, конечно, тем, что нагоняли на нас страх.

— Но ведь тогда не было ни зенитных пушек, ни зенитных пулеметов, как же вы стреляли по ним? — спрашивали мы.

— В том-то и дело, что ничего этого тогда мы не имели, а стрелять по самолетам надо было. Вот мы и вооружались против них кто как мог, сами изобретали «новейшие средства». Делали деревянные подмости, их почему-то называли «станками», и водружали на них свои трехдюймовые полевые пушки. Приладишься этак на «станок», и вроде как зенитная пушка получается — дуло в небо смотрит, а за хвостовую часть лафета его можно и поворачивать. Нашелся тогда толковый инженер-артиллерист Иванов, который и чертежи разработал. Потом так и стали называть эти подмости «станками Иванова». Стреляли на глазок, конечно. Приборов у нас тогда никаких не было и таблиц этих тоже не было.

Владимир Михайлович помолчал и продолжал:

— Я часто задумываюсь над нашим современным положением, и мне кажется, что мы сейчас еще не очень-то далеко ушли от «станков Иванова»: слишком сложны стали задачи, но почти столь же примитивны остались наши средства. Вы вот здесь все с высшим образованием: советские инженеры, учителя, ученые. Вам бы и к лицу задуматься над судьбами нашей техники. Неплохо бы заставить поработать на артиллеристов и эти ваши, как их, электроны. Кто знает, может быть, и среди вас найдутся артиллеристы, которым, наподобие Архимеда, не хватает только точки опоры, чтобы все перевернуть в нашем деле...

На меня этот разговор произвел большое впечатление. Я подолгу размышлял над его содержанием. Постепенно и как-то незаметно задачи развития зенитной артиллерийской стрельбы стали мне роднее, я стал увлекаться ими.

Учебников по теории зенитной артиллерийской стрельбы в ту пору было мало, достать их было трудно. На занятиях мы, конечно, не могли всего запомнить, да и рассказывалось-то нам не все. Вот я и решил тогда написать книжку по теории зенитной артиллерийской стрельбы для внутривзводного обращения. Руководство полка меня в этом поддержало.

За книжку я принялся с большим желанием, старал-

ся написать как можно доходчивее, снабдил ее рисунками и схемами. Дело двигалось успешно, и примерно через три месяца первая написанная мною книжица под названием «Теория зенитной артиллерийской стрельбы» была отпечатана на стеклографе и пошла по рукам. Ею пользовались на занятиях, по ней даже задавали уроки.

Вероятно, как и во всем первом, в ней было немало промахов и упущений. Не знаю, насколько полезной она оказалась для других, но для меня была чрезвычайно полезной. В процессе работы над ней я глубоко прочувствовал теорию зенитной артиллерийской стрельбы и понял многие ее слабые места. Я понял, что время, именно время, решает успех всего дела. Поэтому время должно быть сведено до минимума во всех процессах этой техники — от момента засечки местонахождения цели до момента встречи с нею выпущенного нами снаряда. Эта мысль крепко тогда засела мне в голову и не покидает меня до сих пор, хотя мировая техника достигла в этом направлении колоссального прогресса.

Говорят, что цель, поставленная перед собой, дается только тем, кто ее преследует неотступно. Я стал все больше и больше думать о том, чтобы найти пути для уменьшения работного времени — таким термином определяется время, необходимое для решения задачи или для приведения в действие механизмов.

Очень скоро анализ задачи привел меня к мысли о том, что некоторые команды из числа подаваемых орудийному расчету можно исключить.

Мне удалось математически показать, что при любых заданных углах места (т. е. углах наклона цели к горизонту) для каждой конкретной дальности до цели числовое значение прицела и числовое значение дистанционной трубки взрывателя находятся в определенном соотношении. Это соотношение можно не только выразить в виде математической формулы, но и построить в виде графика непосредственно на прицельном барабане орудия. Тогда при подаче только одной команды, например при подаче команды значения трубки, можно будет одновременно установить и прицел и цифру дистанционного кольца трубки. Это означало, что из четырех команд, подаваемых орудийному расчету, одну можно исключить. Тем самым время, необходимое на подачу команд, уменьшится, и уменьшится довольно значительно, — по моим подсчетам, примерно на 25%.

По составленным мной расчетным данным на четырех орудиях переоборудовали прицельные барабаны. Были проведены опытные стрельбы на полигоне близ Ленинграда. Результаты опыта подтвердили, что таким путем действительно можно сократить рабочее время при подаче команды на указанное число процентов¹.

Однако требовалось сократить рабочее время еще больше.

Первые удачи имеют большое значение в жизни каждого. Они укрепляют уверенность в собственных силах и толкают на дальнейшие поиски. Именно поэтому я так часто вспоминаю об этих опытах. Именно они открыли мне дорогу для дальнейших поисков новых средств противовоздушной обороны.

Лето и срок нашего лагерного пребывания подходили к концу. К нам приехал начальник инспекции Управления противовоздушной обороны РККА Иосиф Францевич Блажевич со своими помощниками.

Инспектирующему доложили о моих опытах, и он захотел повидать меня лично. Владимир Михайлович Чернов предупредил меня о предстоящей встрече и напутствовал:

— Сейчас такое время, когда надо развивать все новое, как никогда. Если в свежей мысли есть хоть один процент надежды на успех, то ее надо поддерживать. Я думаю, Блажевич из тех, кто понимает это. Поэтому будьте смелы, не торопитесь, когда будете докладывать, а главное, будьте настойчивы в защите своих идей.

А надо сказать, что к тому времени у меня уже зародилось много мыслей о путях усовершенствования техники зенитной артиллерийской стрельбы, и я рад был встретиться с инспектирующим.

До сих пор не могу избавиться от привычки скороговорки, а тогда она была особенно резко выражена, и мне стоило немалого труда настроить себя на спокойный ритм разговора. Не помню точно, удалось это или нет, но что касается деловой части разговора, то она определенно прошла успешно.

Я бесконечно рад был тому, что меня слушают. И не только слушают, но и спрашивают, что в ответ я получаю,

¹ Результаты опытов зенитной артиллерийской стрельбы без прицела описаны в журнале «Вестник противовоздушной обороны», 1932, № 11. Там же приведены фотографии прицельных барабанов, перестроенных на значения дистанционных трубок.

даже в возражениях и сомнениях, не укор, а теплоту и искреннюю заинтересованность. Конечно, за такое короткое время я не мог завоевать симпатию Блажевича. Убежден, что теплую обстановку для этой встречи подготовил Владимир Михайлович Чернов, который к этому времени был подлинным энтузиастом новых замыслов.

В чем же состояли мои замыслы?

Прежде всего, мы пришли тогда к твердому убеждению, что оптические приборы обнаружения из-за их ограниченного действия (ночь, туман, облака, малая дальность действия и т. п.) будут бессильны против самолетов на больших расстояниях, хотя сами по себе они могли бы иметь и высокую точность, и большую скорость работы. Обнаружение по звуку ненадежно, потому что звук относится ветром и имеет малую скорость распространения (330 м/с), и в конечном счете величина звуковой энергии, доходящей до наблюдателя, не зависит от наблюдателя. Это не прожектор, позволяющий в крайнем случае увеличить силу света и тем поднять дальность его действия. Звук излучается самим самолетом, и чем дальше он от нас, тем меньшая доля звуковой энергии доходит до нас.

К этому времени за рубежом различные фирмы начали «лепить» всевозможные обнаруживающие системы, основанные на комбинации прожекторов, звукоулавливателей и автоматики. Таковы, например, системы «Сперри», «Когнед» и др. За границей был поднят целый бум вокруг этих приборов. Они рекламировались на все лады как новейшие достижения техники обнаружения самолетов. Наша отечественная техника тоже не избежала этой болезни. У нас вскоре начали строить различные системы «прожзвука», и многие, наверное, помнят, как во время парадов на Красной площади впереди зенитных орудий везли этакие «спруты» из причудливо изогнутых звукоулавливающих труб.

У нас в полку такой техники еще не было. Мы видели ее тогда только на картинках в журналах и газетах. Но критику на нее уже успели навести, так как пришли к убеждению, что и эта хваленая техника упрется в дальность действия. А что касается времени распространения звука от самолета до наблюдателя, то оно никогда не может быть сведено до требуемой величины. Преградой на пути тут встает физика распространения звука.

Где же выход? Глазом не видно, ухом не слышно, а

определять самолет все же надо. И это надо делать заблаговременно, когда он находится еще на дальних подступах, чтобы можно было приготовиться к налету и успеть привести в боевое состояние свою технику. Как это сделать? Этот вопрос все больше волновал военачальников по мере роста летно-технических качеств авиации. Именно поэтому, по-видимому, с таким вниманием меня и слушали в этот день и инспектирующий, и все, кто его сопровождал.

Мне было ясно, что никакие способы обнаружения цели, основанные на улавливании излучения, испускаемого самой целью, здесь не могут годиться. Я стал с жаром доказывать, что дать ключ к решению проблемы может только переход к принципиально новым методам, основанным на использовании энергии, посылаемой самим наблюдателем. Только такой подход к проблеме обнаружения воздушных целей может привести в конечном счете к желаемому результату.

Тогда еще не было ясно, каким путем надо решать эту задачу на подобной основе, не представлялись даже контуры той новой техники, которая должна была прийти на смену всем и всяким системам прожзвука. Однако общий подход к проблеме многим понравился. Собственно говоря, все согласились, что подход к решению задачи надо менять. Доводы о расхождении ножиц между возможностями дальнейшего совершенствования системы прожзвука и возможностями увеличения летно-технических качеств авиации показались для всех убедительными. Все согласились, что уже в самые ближайшие годы противовоздушная оборона окажется в затруднительном положении. Необходимо было искать выход.

Мои ссылки на то, что такой энергией, которую можно будет посылать от наблюдателя на цель, может быть энергия электрическая, как самая быстрая и самая выгодная по дальности распространения, никого не убедили. Довод, что существует уже радиосвязь на сотни и тысячи километров, плохо принимался в расчет. Только один Владимир Михайлович Чернов поддакивал мне своим густым басом.

Среди присутствующих не было почти никого, кто знал бы условия распространения радиоволн. Да и физики тоже не все хорошо знали. Все, однако, согласились, что надо искать такую энергию, которая распространялась бы на далекие расстояния.

Я был почти уверен, что моя встреча с инспектирующим пропала даром. Казалось, достаточно и одного дня, чтобы инспектор забыл о ней среди груды всяких других дел. Но очень скоро выяснилось, что в этом я ошибся.

Не прошло и двух месяцев, как в полк поступило распоряжение о направлении меня в Москву, в Главное управление противовоздушной обороны РККА. Оказывается, Иосиф Францевич Блажевич доложил обо мне, моих опытах и рассуждениях начальнику управления Михаилу Евгеньевичу Медведеву и его заместителю Павлу Ефремовичу Хорошилову. Те и решили поручить мне вопросы новой техники ВНОС (в переводе на человеческий язык это означает службу воздушного наблюдения, оповещения и связи).

В полку эту новость восприняли очень хорошо и стали снаряжать меня в путь-дорогу. К этому времени я кончил курсы красных командиров и имел звание командира взвода.

СНОВА В МОСКВЕ

В конце декабря 1932 г. я уже был в Москве и приступил к исполнению своих обязанностей на новом месте.

Управление, куда я прибыл, было новым и по составу, и по задачам, поставленным перед ним. Это, видимо, и определяло тот дух творчества, которым здесь были охвачены все — от начальника управления до рядового работника. Такая обстановка мне очень нравилась, однако уровень и масштаб работы изрядно смущали. Казалось, что не справлюсь с обилием поставленных задач. Да, вероятно, я и действительно не справился бы, если бы не постоянная поддержка со стороны многих работников управления.

Увлеченный идеей «переворота» в технике обнаружения воздушных целей, я не упускал случая вновь и вновь возвращаться к ее обсуждению. Мы подолгу обсуждали эту проблему с П. Е. Хорошиловым, начальником управления М. Е. Медведевым, начальником экспертного сектора С. А. Чаусовым, начальником службы ВНОС П. В. Виноградовым и многими другими сотрудниками управления.

Были ли сомневающиеся? Конечно, были. Пессимистов или оптимистов было больше — сейчас трудно под-

считать, но, поскольку новое направление все же одержало верх, оптимистов, по-видимому, было больше.

К середине 1933 г. мнение о возможности применения радиоволн для обнаружения самолетов в Управлении ПВО РККА настолько уже окрепло, что было решено доложить об этом народному комиссару обороны СССР К. Е. Ворошилову, просить его разрешить организовать научно-исследовательские работы в этом направлении и определить их финансирование.

Мне было поручено составить докладную записку на имя народного комиссара обороны. При активном участии П. Е. Хорошилова такая записка была составлена 18 июня 1933 г. На составлении записки особенно настаивал тогда секретарь партийной организации управления Н. Н. Нагорный.

Примерно через полтора-два месяца состоялась встреча с К. Е. Ворошиловым. На этой встрече присутствовал и первый заместитель наркома обороны, ведавший вопросами вооружения и новой техники, Михаил Николаевич Тухачевский.

Насколько хватало сил и знаний, я старался обратить их внимание на несоответствие существующего направления в развитии техники обнаружения воздушных целей истинным задачам в этой области, в особенности в ближайшем будущем.

Долго убеждать в этом кого-либо из присутствующих не пришлось. М. Н. Тухачевский, отличавшийся ясным, острым и быстрым умом, сам направлял разговор. Он уже кое-что подсчитал в уме и для убедительности привел пример:

— С увеличением скорости полетов бомбардировщиков расстояние, которое самолет проходит за одну секунду, постепенно станет соизмеримым с расстоянием, проходимым звуком за тот же период времени. Следовательно, если самолет находится, например, на расстоянии 10 км, то звук от него до наблюдателя может дойти только через 30 секунд. За это время воздушная цель даже при скорости, равной только половине скорости звука, может отклониться от курса на 5—6 км в любом направлении, так что попытка определить истинное местонахождение ее в пространстве на основании звукопеленгации действительно может потерять всякий смысл. Возможности же полетов ночью, в облаках и за облаками не оставляют для нас другого выбора, как немедленно взяться

за разработку идеи радиообнаружения самолетов, хотя всем нам еще многое в ней и неясно. Надо как можно скорее организовать широкий фронт исследований в этой области. Надо опробовать метод хотя бы на моделях.

Народный комиссар обороны сказал, что деньги на такие исследования будут, и спросил, сколько надо средств для начала работ. Я ответил, что мы обошлись бы сейчас суммой в 250—300 тыс. руб.

М. Н. Тухачевский обязал нас с П. Е. Хорошиловым составить план работ, включить его в общий план мероприятий по новой технике Наркомата обороны, порекомендовал также разработать хотя бы примерные тактико-технические задания на исследовательские работы. Он тут же позвонил в Управление вооружений и приказал включить наши исследования в список важнейших работ Наркомата обороны с обязательным завершением первой их части уже в 1934 г.

Таким образом, общетактическая, общецелевая сторона дела, как и раньше, при беседе с инспектирующим, прошла гладко и даже с большим успехом, так как поддержка со стороны самых высших руководителей Народного комиссариата обороны означала зеленую улицу для всех исследований в этой области.

Но как только мы перешли к обсуждению возможных вариантов будущих технических устройств и в особенности принципов их действия, сразу же обнаружилось, что на этот счет нет единого мнения, особенно среди участвовавших в обсуждении работников связи и техники наблюдения. Слишком необычны были подход к задаче и средства, выбранные для ее решения. Не было никаких примеров — ни наших, ни зарубежных, на которые можно было бы опереться.

Однако перспектива возможности обнаружения самолетов за сотни километров, на больших высотах и, главное, вне зависимости от состояния погоды и времени суток была так заманчива, что никто из присутствующих не проявил скептицизма.

В заключение нам было сказано, что все эти вопросы желательно обсудить с видными учеными и если надо будет, то привлечь к решению проблемы не только промышленные и отраслевые институты, но и Академию наук в целом. Задача стоит того, чтобы над ней потрудились наши ученые.

Мы ушли с совещания окрыленными, с верой в успех.

С этого времени начался новый этап в осуществлении идеи радиобнаружения в нашей стране. Теперь она стала государственной идеей, государственным делом.

ПЕРВЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ШАГИ

Для того чтобы привлечь к обсуждению проблемы более широкие круги военных работников, было решено доклад, представленный мной 18 июня 1933 г. на имя народного комиссара, после некоторой переработки опубликовать. Такая работа была очень скоро выполнена, и материал уже в феврале 1934 г. вышел в виде отдельной статьи в журнале «Сборник ПВО» (№ 2, 3 и 4) под названием «Современные проблемы развития техники противовоздушной обороны». В этой статье было два раздела: «Современные вопросы развития технических средств службы воздушного наблюдения» и «Вопросы развития светосигнальных планов противовоздушной обороны».

Первый раздел посвящался анализу возможных средств обнаружения воздушных целей и обоснованию применимости для этого электромагнитных волн достаточно короткой длины. Принцип действия электромагнитного обнаружения самолетов в этой статье излагался следующим образом.

«Сущность обнаружения самолетов с помощью электромагнитных волн заключается в том, что если иметь источник генерирования ультракоротких или дециметровых волн и даже сантиметровых электромагнитных волн и излучение этих волн от источника генерирования направить в пространство, то, направляя такой луч электромагнитных волн на какой-либо предмет, можно получить всегда обратный отраженный электромагнитный луч. Приняв такой отраженный луч и определив направление его распространения, можно весьма точно определить не только направление на отражающую поверхность, но и место ее нахождения. Измеряя время от посылки этих волн до их обратного приема, что может быть сделано модуляцией, т. е. наложением на основную частоту дополнительной частоты, или замером фазы полученных электромагнитных волн, можно точно определить время прохождения этих волн. А поскольку скорость распространения электромагнитных волн постоянна, постольку расстояние до отражающей поверхности, т. е. до самолета, получится как следствие».

Из этого видно, что идея радиообнаружения у нас в стране к этому времени имела уже вполне конкретное содержание.

Второй раздел касается возможности светового отображения движущихся целей на командном пункте противовоздушной обороны. Речь шла о новых принципах создания световых экранов — светопланов, применяемых в таких пунктах.

Было также решено организовать при Управлении ПВО РККА или при одной из войсковых частей опытно-конструкторское бюро по разработке необходимой аппаратуры и проведению испытаний.

Вместе с заместителем начальника Управления ПВО РККА П. Е. Хорошиловым и при участии еще некоторых сотрудников управления (С. А. Чаусов, П. В. Виноградов и другие) были выработаны тактико-технические требования на разработку первой опытной электромагнитной станции воздушного наблюдения, оповещения и связи и на проведение первых исследований в этой области.

Тема под названием «Разведывательная электромагнитная станция ВНОС» была включена в план научно-исследовательских работ по Управлению ПВО РККА на 1933 г. и в том же году представлена на утверждение в Межведомственную комиссию по научно-исследовательским работам при начальнике вооружения РККА.

В соответствии с указанием руководства Наркомата обороны было решено обратиться по поднятому комплексу вопросов в Академию наук СССР. Никаких личных связей у меня с Академией наук в то время еще не было, и поэтому было решено обратиться непосредственно к президенту Академии наук СССР.

У ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК СССР

В августе 1933 г. с официальным письмом на имя президента Академии наук СССР А. П. Карпинского я выехал в Ленинград.

Встреча с президентом состоялась в его квартире на Васильевском острове, т. е. там же, где была в то время расположена и Академия наук СССР. Александр Петрович, видимо, чувствовал себя в тот день не очень хорошо и поэтому находился дома, но, когда ему доложили по телефону о приезде человека по поручению Наркома-

та обороны, он попросил не откладывать встречу, а пойти к нему домой. Секретарь президента строго-настрого наказывала не утомлять Александра Петровича и по возможности кратко изложить ему просьбу. Встретившая меня в квартире старшая дочь Александра Петровича также просила об этом. Я обещал быть предельно кратким и не утруждать президента мелочами.

Вся обстановка квартиры, стены, включая антресоли, заставленные книгами, тишина и предстоящая встреча с широкоизвестным ученым, возглавляющим самую большую в мире Академию наук, сильно волновали. Казалось, что я не смогу толково изложить цель приезда и тогда вместо пользы выйдет только конфуз. Ужасно не хотелось выглядеть в его глазах человеком, обращающимся к академии по пустякам, хотя бы и от имени Наркомата обороны.

Но Александр Петрович сразу же сбил мою робость и неловкость. Как я вскоре понял, он, несмотря на преклонные лета, был исключительно темпераментным человеком, страстно увлекающимся наукой и глубоко любящим свою Родину. Таким, кстати сказать, он оставался до конца своей жизни. Мне потом приходилось еще не раз с ним видеться, и первое впечатление только укреплялось.

Помню, как в конце того же 1933 г. после успешного подъема и спуска первого советского стратостата «СССР-1», совершенного отважными советскими пилотами Г. А. Прокофьевым, Э. К. Бирнбаумом и К. Д. Годуновым, мне пришлось участвовать в качестве представителя Управления ПВО РККА в рассмотрении результатов полета. На этой комиссии выступил с речью президент Академии наук СССР А. П. Карпинский.

Ему шел тогда уже девятый десяток, но по голосу и душевной заразительности, по вдохновенности и прозорливости он был моложе многих присутствующих. Как горячо, как страстно говорил он о будущих завоеваниях не только стратосферы, но и космоса! Он выражал уверенность, что советский человек обязательно первым проникнет в их тайны. Многие его слова, как мы теперь знаем, оказались пророческими.

Таким страстным и юным он запомнился мне навсегда.

Александр Петрович выслушал меня и говорит:

— Понимаю, понимаю, молодой человек, о чем вы

говорите. Я хотя и не физик и не радист, но думаю, что вы правильно сделали, что обратились в Академию наук СССР. Ну, а как все же относятся к этой идее наши специалисты в области радио и теории распространения электромагнитных волн, что они говорят? А?

Я ответил, что широкого обсуждения этой проблемы с крупными специалистами еще не было и я не знаю, как к ней они отнесутся. А что касается радиоинженеров, работающих в области связи (к тому времени они такими только и были), то они настроены в большинстве своем скептически. Они считают, что никакой энергии не хватит, чтобы заставить работать приемное устройство от отраженных волн. Слишком малы те цели, которые имеется в виду обнаруживать. Что касается оптиков, то они утверждают, что в настоящее время никакими средствами нельзя сформировать узкий луч электромагнитных волн. Без этого же нельзя будет, как они говорят, определить координаты цели. Если что и получится, то это будет нечто бесформенное и не имеющее практического смысла. Большинство специалистов сходится на том, что никакой отраженной энергии современными радиотехническими средствами принять нельзя.

— Ну, хорошо. А не начать ли нам наш разговор с академика Алексея Николаевича Крылова?

— Но ведь он кораблестроитель и далек от этой специальности, — говорю я.

— Вот, вот. Это-то и хорошо, что он далек от этой специальности. Когда я был молод и начинал свою работу в качестве геолога на Урале, то я, должен вам сказать, наибольшую критику испытал на себе именно от геологов. Это так уж заведено. Человек свыкается с тем, что делает, и ему порой бывает трудно понимать иной склад мыслей. Я думаю, мы все же начнем с Крылова. Он хорошо знал адмирала Степана Осиповича Макарова, знает, как зарождалось у нас в России радио. Сходите-ка к нему. Да не стесняйтесь, а вот так, так же подробно и расскажите ему все. Он очень хорошо знает математику, и он сам может проверить многое. Главное же его достоинство — смелость в решении задач. Я ему сейчас позвоню и попрошу вас принять. Потом, я думаю, хорошо бы вам повидаться с академиком Сергеем Ивановичем Вавиловым — это наш молодой и новый академик. Он с очень широким кругозором. Надо посоветоваться также с Абрамом Федоровичем Иоффе и, может быть, еще с

рядом наших ученых. Вы все-таки сходите сначала к Крылову, а потом обязательно ко мне зайдите.

Так закончилась первая встреча с президентом Академии наук СССР.

БЕСЕДА С АКАДЕМИКОМ А. Н. КРЫЛОВЫМ

Встреча с академиком Крыловым состоялась вскоре. Я, конечно, не мог не выполнить совета Александра Петровича Карпинского, хотя и не представлял себе, как смогу беседовать с таким виднейшим и убежденнейшим кораблестроителем.

Академик Крылов принял меня очень любезно и выслушал внимательно. Только понял-то я его любезность и внимательность к концу беседы, когда он сам начал говорить.

Когда я пришел к нему и стал рассказывать о своей задаче и об электромагнитных волнах, то он насупился и все время слушал с суровым видом. Казалось даже, что он рассержен моим приходом. Потом он промолвил, что это не его стихия и он ничего в ней не понимает.

— Вы, молодой человек, видимо, не знаете, чем я всю жизнь занимался?

Я ответил:

— Я действительно, быть может, не очень хорошо это знаю, и даже наверное не очень хорошо, но я знаю, что вы отдали жизнь своей мечте — сделать корабли непотопляемыми.

— Гм! Мечта! Мечтой тоже надо управлять, а то ее, как корабль без руля, занесет бог весть куда.

— Вот об этом-то я и пришел с вами посоветоваться. Как только заходит разговор о возможности решения задачи обнаружения самолетов за сотни километров, то другого средства, кроме радио, тут не найти. А радистам это кажется невероятным. Я не знаю, чем руководствовался Александр Петрович, посылая меня к вам, но он очень просил меня посоветоваться с вами.

Тут А. Н. Крылов, видимо, что-то вспомнил, и глаза его вдруг стали теплее.

— Давайте, молодой человек, представим себе, что мы живем не в 1933 г., а в 1899 г. Впрочем, вас тогда, наверное, еще и на свете не было. Броненосец «Генерал-

адмирал Апраксин» по пути в Ревель сел на камни. Надо было развернуть спасательные работы, а связи с кораблем не было. И кто, по-вашему, пришел тогда на выручку? Александр Степанович Попов, тот самый Попов, который годами до этого мечтал об установлении с помощью электромагнитных волн дальней связи.

Скептиков тогда тоже было немало. Но тут и скептики отступили. Александр Степанович установил несколько передатчиков (на острове Гогланд, на Котке и, кажется, еще на острове Ранке) и наладил связь с кораблем. Дело выиграло! Да еще как выиграло! Попов тогда сразу убил двух зайцев. Он оказал огромную услугу государству по спасению ценного корабля и укрепил веру в новое средство. По указанию адмирала Макарова, командовавшего тогда кронштадтским портом, я выезжал для обследования места аварии и знаю, что это была за работа. Если бы не беспроволочная связь Попова, то и корабля тогда, может быть, не было бы. Весной при подвижке льда его обязательно раздавило бы... А тут еще рыбаков унесло на льдине в открытое море — и тоже Попов помог. С помощью его средств был своевременно передан сигнал на ледокол «Ермак». Весть о спасении рыбаков облетела тогда всю Россию.

Адмирал Степан Осипович Макаров не был ни связистом, ни электриком, а вот, поди-ка, первым узрел в опытах Попова изюминку. Это именно он помог Попову встать на ноги в этом деле.

Я очень хорошо помню Александра Степановича. Насколько мне известно, он тоже предлагал использовать электромагнитные волны для обнаружения вражеских кораблей. Проводя свои опыты, он заметил, что если между передатчиком и приемником проходит какой-либо корабль, то обнаруживается ослабление сигналов, выявляется как бы электромагнитная тень этого корабля. Хотя в этом случае никакого приема отраженных электромагнитных волн не было, а был только эффект ослабления волн в месте приема за счет тени, однако он предлагал уже тогда использовать это явление для целей обнаружения вражеских кораблей в тех случаях, когда приемник и передатчик установлены в створе. В этом случае всякий корабль, проходящий между ними, по его мысли, должен был бы немедленно быть отмечен. Это ведь примерно тоже что-то вроде электромагнитного обнаружения. Я не разбираюсь в тонкостях, может быть,

Вопросы не связанные с наукой
вопрос сужден, там вопрос "оно" (тогда)
вот вопрос о "Александровском" (тогда)
когда же... (вот) Александровский и есть
эта часть (тогда) Александровский, Александровский
Александровский, Александровский... (тогда)
Александровский Александровский... (тогда)
es... (тогда)
При... Александровский Александровский
Александровский Александровский Александровский

Отрывок из отчета А. С. Попова о снятии с камней броненосца «Генерал-адмирал Апраксин»

здесь есть большая разница и дело это не так просто, как вы рассказываете, но заниматься им надо, надо обязательно им заниматься. Я думаю, нужно собрать всех наших физиков вместе да и обсудить эту проблему.

Так, перейдя к разговору, связанному с живыми воспоминаниями, Алексей Николаевич постепенно повеселел, оживился и больше уже не казался столь строгим, как в первые минуты встречи. Наша беседа затянулась и постепенно перешла в душевный разговор. В тот же вечер он много еще рассказал мне и полезного и интересного. Поинтересовался также и тем, что и когда я окончил, как учился. Когда я рассказывал ему, что рос без родителей и воспитывался в трудкоммуне, то он засыпал меня кучей вопросов. Расстались мы с ним тепло. Проводив меня до двери, он на прощание сказал:

— Жаль, что я ничем не могу вам помочь. А хотелось бы. Не теряйте надежды, правильное дело обязательно найдет своих поборников.

С таким напутствием я и ушел от Алексея Николаевича Крылова.

Надо было организовать встречу с Сергеем Ивановичем Вавиловым, как это было обусловлено у Александра Петровича Карпинского, но в этот вечер я ни о чем другом не мог думать, кроме как об опытах Попова, о которых рассказал мне Крылов. Воспоминания Крылова на-

ведали множество мыслей, и я решил обязательно найти первоисточники и познакомиться с ними подробно.

Может быть, Алексей Николаевич, сам того не подозревая, оказал в этот день своими рассказами и своими советами большую услугу новой проблеме. Я вышел от него повзрослевшим. Лет двадцать назад мне пришлось побывать в Музее имени А. С. Попова в Ленинграде. Хранителем и директором этого музея была тогда его дочь Екатерина Александровна.

Увидев на одной из фотографий Алексея Николаевича Крылова, я рассказал ей о нашей встрече с ним в 1933 г. Ее крайне заинтересовал мой рассказ, и на память она подарила мне два фотодокумента. Один из них запечатлел А. Н. Крылова в период, относящийся ко времени кампании по снятию броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» с камней, а другой — то место рукописи Александра Степановича, где он говорит о возможности обнаружения вражеских кораблей с помощью радиоволн¹. Обе эти фотографии дороги мне, так как воскрешают в памяти незабываемую встречу с А. Н. Крыловым, который хотя и не был радиофизиком, но первым из ученых понял смысл и значение новых устремлений.

ВСТРЕЧА С АКАДЕМИКОМ С. И. ВАВИЛОВЫМ

Встреча с Сергеем Ивановичем Вавиловым состоялась в те же дни. Он принял меня в своем кабинете в Государственном оптическом институте, где был в то время заместителем директора по научной части.

Исключительно обаятельный человек, с ясным взором, он понравился мне с первого взгляда. С. И. Вавилов не стал расспрашивать о деталях задачи. Он с полуслова понял суть вопроса и начал рассуждать. На редкость хорошо зная историю техники, понимая роль и значение в развитии науки и техники выдвигаемых гипотез, он сразу же твердо встал на путь, подтверждающий правомерность постановки задачи об электромагнитном обнару-

¹ «Наблюдалось также влияние промежуточного судна. Так, во время опытов на «Европе» и «Африке», когда между ними попадал линейный крейсер «Лейтенант Ильин» и если это случалось при больших расстояниях, то взаимодействие приборов прекращалось, пока суда не сходили с одной прямой линии».

жении цели. Он привел много доводов «за» и «против» и в конце концов заявил:

— Для меня этот путь кажется наиболее перспективным из всех возможных для решения задачи. Можно говорить об обнаружении самолетов по инфракрасному излучению выхлопных газов. Но, во-первых, такое излучение сильно поглощается облаками, и, во-вторых, его можно легко заэкранировать от наблюдателя. Я думаю, что электромагнитные волны достаточно короткой длины эту задачу с успехом могут решить. Надо разработать широкую программу исследований, и тогда дело будет в наших руках.

Обладая исключительной способностью анализировать и синтезировать разрозненные сведения, Сергей Иванович тут же напомнил, что опыты Герца по генерированию и приему очень коротких электромагнитных волн — первый залог успеха. Герц умел не только получать, но и фокусировать такие волны за счет их способности отражаться от металлических поверхностей рефлекторов.

Вавилову как оптику это было очень хорошо понятно. И когда я напомнил ему, что есть оптики, которые считают невозможным сформировать эти волны в виде узкого луча, Сергей Иванович ответил:

— Это зависит от длины волны. Можно выбрать такие волны, что и разницы со световыми лучами в них не найдешь. Может быть, это будет сделано не так скоро, но это обязательно будет сделано. Я неисправимый оптимист в новых делах, и меня такие возражения не пугают. А впрочем, можно собраться и обсудить все это. Я готов помочь вам в ваших начинаниях. Совещание, о котором говорил президент, можно собрать и у меня. Я готов провести его.

После этих слов, на 90% обеспечивающих мою миссию в Ленинграде, я и вышел от Сергея Ивановича.

Позднее много раз приходилось встречаться с Сергеем Ивановичем, и я всегда находил у него и понимание, и близкое участие в разрешении возникавших трудностей. Потом, когда он сделался президентом Академии наук СССР, он однажды даже пожурил меня за то, что я стал считать его недостижимым для себя. После одного из семинаров в Физическом институте Академии наук СССР, которым он руководил, он подошел и говорит:

— Как же это вы забываете старых друзей! А я вас очень хорошо помню, и не только по 33-му году, но и не-

сколькими годами позже, когда вы начинали свою вторую проблему — проблему бесподсветного ночного видения. Вы никогда не исчезали из моей памяти. А вот я, видимо, исчез из вашей.

Мне трудно было, конечно, объяснить ему все причины, с которыми было связано мое длительное отсутствие в поле его зрения. Но он понял меня и освободил от излишних объяснений.

После этого разговора у нас вновь установились тесные отношения, я получил карт-бланш на прямой разговор с ним, как с президентом, по любому интересующему меня вопросу. Как жаль, что его жизнь оборвалась так рано, в расцвете творческих сил. Нам не удалось с ним обсудить еще одну волнующую проблему, к которой, как я уверен, он отнесся бы как к лучшей мечте человечества.

После разговора с Сергеем Ивановичем Вавиловым я хотел повидаться с академиком Абрамом Федоровичем Иоффе и тем завершить свою поездку в Ленинград. Однако Иоффе уезжал в это время на отдых в Гаспру и просил приехать к нему примерно через месяц-полтора.

Я выехал в Москву и доложил своему руководству в Управлении ПВО РККА о результатах поездки.

ВСТРЕЧА С АКАДЕМИКОМ А. Ф. ИОФФЕ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ШАГИ

Теперь решено было тем более развивать намеченные работы. Хотя идея совещания в Академии наук СССР также всеми поддерживалась.

В октябре 1933 г. был издан приказ об организации специального конструкторского бюро (СКБ). В связи с тем что к этому времени П. Е. Хорошилов, один из наиболее последовательных и стойких защитников идеи радиообнаружения, был переведен в Ленинград на должность начальника курсов усовершенствования командного состава ПВО, решено было организовать СКБ на территории этих курсов. Начальником СКБ был назначен я с одновременным исполнением обязанностей по экспертно-техническому сектору Управления ПВО РККА.

В задачу созданного бюро входила разработка общих схем системы радиобнаружения и специальных нестандартных узлов и деталей к ней. Бюро это успешно развивалось, и приказом от 7 октября 1934 г. на него была возложена разработка новой системы радиобнаружения панорамного типа под шифром «Электровизор». Описание такой панорамной системы было дано еще в объяснительной записке к плану научно-исследовательских работ на 1934 г., представленной 5 декабря 1933 г. в Межведомственную комиссию по научно-исследовательским работам при начальнике вооружения.

Год 1934-й начался с подготовки совещания в Академии наук СССР. В первые же дни января я встретился с Абрамом Федоровичем Иоффе. Он очень внимательно выслушал меня. Спросил о моих встречах с Сергеем Ивановичем Вавиловым и с президентом Академии наук Александром Петровичем Карпинским, от которого у меня к Иоффе было специальное письмо, и очень быстро перешел к подготовке предстоящего совещания. Что касается основной идеи о возможности использования электромагнитных волн для дальнего обнаружения воздушных целей, то у него не было на этот счет никаких сомнений. Он, по-видимому, сам к этому времени многое уже продумал и поэтому говорил убежденно, уверенно. Единственно, в чем он несколько сомневался, — в возможности использования для этой цели очень коротких волн. Он считал, что мощность на таких волнах будет иметь мизерное значение и, кроме того, главный отраженный луч таких волн, по его мнению, пойдет в сторону от нас, а не на нас, так как на этих волнах должно резко проявиться явление оптического отражения. Луч, попадающий на крыло самолета, должен был примерно под таким же углом отразиться и уйти в сторону противника. На более длинных волнах (метр или несколько метров), по его мнению, такая система должна была бы работать лучше. Здесь должно наблюдаться диффузионное отражение.

Хотя встреча наша была лишь первой, Абрам Федорович вел себя так, как будто мы с ним были знакомы вечно. Он очень внимательно и подробно отвечал на все мои вопросы, старался сам расширять круг этих вопросов, с увлечением стремился заглянуть в завтрашний день новой техники, о которой говорил как о уже существующей. Он познакомил меня со своей семьей (квар-

тира его тогда была расположена в том же здании, что и институт, и соединялась со служебным кабинетом), показал свою библиотеку, институт и лабораторию. С особенно большой любовью отзывался о своем учителе Рентгене, у которого он проходил стажировку и выполнял магистерскую диссертацию.

Подходя к одной вакуумной установке, Abram Федорович заметил, что ее подарил ему лично Рентген в день отъезда на родину. Установка представляла собой разборную вакуумную систему со стеклянным колпаком и отличалась тем, что все соединения ее были осуществлены при помощи пирекса, подогреваемого заложенными внутрь него электрическими спиралями. Все входы в систему были сделаны на янтаре, что представляло большую ценность для измерения очень малых токов.

Вернувшись в кабинет, мы стали готовить список участников совещания. В первую очередь были названы, конечно, радисты и радиофизики: академик А. А. Чернышев, академик (в то время профессор) Н. Д. Папалекси, начальник радиотехнического факультета Военной электротехнической академии профессор А. А. Яковлев, профессор Д. А. Рожанский, научные сотрудники Ленинградского института Б. К. Шембель и В. В. Цимбалин. Из оптиков и физиков были приглашены академик С. И. Вавилов, академик (в то время профессор) А. А. Лебедев. Был приглашен специалист по акустике академик (в то время профессор) Н. Н. Андреев. В числе приглашенных были также профессор Ф. А. Миллер, профессор В. П. Линник, а также помощник директора Института телемеханики В. Н. Андреев и сотрудники Физико-технического института Академии наук СССР Ю. Б. Харитон, Н. Н. Семенов и Р. Р. Гаврух.

Перечисляя всех возможных участников предстоящего совещания, Abram Федорович Иоффе указал на академика Л. И. Мандельштама (тогда профессора), но его в это время не оказалось в Ленинграде. Затем он упомянул еще об известном русском физике Б. Л. Розинге:

— Профессор Розинг был талантливым преподавателем Петербургского политехнического института. Он еще в 1907 г. работал над осуществлением системы телевидения с использованием катодно-лучевых трубок для быстрого воспроизведения изображений. Я думаю, мы обязательно придем к необходимости использова-

ния подобных систем в технике радиообнаружения.

Я не мог, конечно, иметь такого широкого представления о специалистах в интересующих нас областях, и поэтому для меня его осведомленность была очень важна. Слушая его, я уже представлял, как широко, по-государственному можно будет развернуть наши работы, если совещание в Академии наук выскажется одобрительно об основном направлении. Для нас, работников ПВО, это совещание имело огромное значение. Оно могло положить конец всяческим сомнениям. А сомневающихся было еще немало. Даже начальник Управления ПВО РККА М. Е. Медведев и тот придерживался в этом вопросе более чем осторожной линии.

ИСТОРИЧЕСКОЕ СОВЕЩАНИЕ

Предполагалось, что в работе совещания примет участие лично начальник Управления противовоздушной обороны РККА Медведев. С ним этот вопрос согласовывался неоднократно. Но нетвердая его позиция в оценке перспектив нового направления, по-видимому, сковывала его действия. Дата совещания откладывалась и откладывалась.

Об обстановке с подготовкой совещания в Академии наук СССР пришлось доложить заместителю Медведева Хорошилову, находившемуся в то время в Ленинграде и командовавшему курсами командного состава противовоздушной обороны (сокращенно КУКС ПВО).

Будучи убежденным и твердым сторонником нового направления работ в области создания средств воздушного наблюдения и оповещения, Хорошилов, не колеблясь, взял на себя инициативу и всю ответственность и назначил твердую дату совещания — 16 января 1934 г. Были приглашены упомянутые выше виднейшие советские ученые и инженеры, работающие в области радиоп физики или в близких к ней отраслях знания. К назначенному часу приехали и мы с Павлом Ефремовичем, пригласив с собой также начальника научно-исследовательского отдела КУКС ПВО Жукоборского. Совещание состоялось в Физико-техническом институте.

В соответствии с предварительной подготовкой мне пришлось первому выступить и доложить участникам совещания о тех технических и принципиальных трудностях, которые имели место в то время в области средств

воздушного наблюдения. Поскольку общий анализ задачи и возникающих в ней противоречий мною уже был сделан, изложить эту часть вопроса было нетрудно.

Следующим выступил Павел Ефремович Хорошилов, который развил перед участниками совещания проблему во всем ее объеме и показал жизненное значение ее как с тактической, так и со стратегической стороны. Он говорил со свойственным ему темпераментом, очень горячо и убедительно. Речь его была насыщенной.

Наблюдая за участниками совещания, можно было видеть, что они прониклись уважением к проблеме.

В таком же примерно плане, т. е. в постановочном порядке, выступил и Абрам Федорович Иоффе. К этому времени он уже увлекся задачей и поэтому постарался с максимальной тщательностью перечислить все мыслимые пути и средства ее решения. Отвечая на мое замечание о том, что надо отдать предпочтение самым коротким длинам волн электромагнитного излучения, Абрам Федорович сказал, что лично он не видит сейчас перспективы в возможности использования для этой цели сантиметровых или дециметровых волн и что более целесообразно, по его мнению, остановиться пока на волнах метровой длины. Здесь он вновь повторил свой довод о том, что волны очень короткой длины будут отражаться от плоских частей самолетов преимущественно по оптическим законам («угол отражения равен углу падения»), и поэтому, отражаясь от самолета, такие лучи будут распространяться не в сторону наблюдателя, а от него. Это явление, по его мнению, может свести на нет весь ожидаемый эффект.

Жаль, очень жаль, что не сохранилось стенограммы этого совещания. Она со всей наглядностью показала бы, сколь плодотворным и живым оно было. Все его участники активно обсуждали проблему. Мне надолго запомнилось выступление Сергея Ивановича Вавилова. Очень убежденно и подробно он говорил о возможности применения электромагнитных волн для целей обнаружения самолетов на больших расстояниях. Он указал также на возможность формирования в будущем очень коротких электромагнитных волн в узкие направленные пучки. Следующим выступил академик Александр Алексеевич Чернышев, возглавлявший тогда Электрофизический институт Академии наук СССР. Его мнение было также положительным.

Выступали на этом совещании и молодые в то время специалисты: Б. К. Шембель, В. В. Цимбалин и другие. Цимбалин, например, привел в своем выступлении интересные данные о мешающем влиянии различных предметов на распространение ультракоротких волн. Вместе с Ф. А. Миллером еще в 1928 г. он заметил, что куст, человек, телефонный столб и т. п. существенно влияют на прием радиосигналов, посылаемых ультракоротковолновой станцией. Особенно заметным было мешающее действие при перемещении наблюдаемого объекта на близком расстоянии от места приема. Отраженные от этих предметов радиоволны создавали интерференционные поля и тем влияли на силу радиоприема.

Можно без преувеличения сказать, что на этом совещании царило какое-то приподнятое настроение. Всем хотелось внести в его работу свою лепту. Большинству участников поставленная проблема импонировала, была близка их собственным убеждениям, поэтому они горячо поддерживали ее. Но раздавались и иные голоса. Одни утверждали, что еще рано ставить подобную проблему, что техника еще не подготовлена для ее решения. Другие высказывались в том смысле, что количество отраженной от самолета электромагнитной энергии будет столь незначительно, что ее вообще нельзя будет принять никакими средствами.

Один из известных в наше время академиков, специалист по радиотехнике, написал тогда даже письменное заключение в этом роде. Такова сила инерции. Н. Н. Андреев считал, что рано еще отказываться от звукоулавливания и поэтому надо расширить работы в области звукопеленгации, что можно еще добиться успеха и в этом направлении. Были высказаны предложения и о расширении исследований по инфракрасной пеленгации излучений, образующихся у выхлопных труб самолетных моторов.

Все эти высказывания не могли не найти отражения и в принятом решении. Однако предпочтение, по единодушному мнению, было отдано развитию и разработке методов радиообнаружения на основе посылки с места наблюдения электромагнитной энергии на достаточно короткой длине волны. Под словами «на достаточно короткой длине волны» имелись в виду ультракороткие волны.

При окончательном редактировании решения я все

же попытался вставить фразу о дециметровых и сантиметровых волнах. Но, подписывая этот документ, А. Ф. Иоффе, как председатель совещания, собственноручно эту фразу вычеркнул.

С тех пор прошло много лет, и опыт показал, что именно самые короткие волны, вплоть до миллиметровых, являются наиболее приемлемыми для радиолокации. Они стали основой современной радиолокации во всем мире.

Ввиду большого значения этого совещания для всей истории развития идеи радиообнаружения у нас в стране, приведу протокол совещания полностью.

ПРОТОКОЛ СОВЕЩАНИЯ У АКАДЕМИКА А. Ф. ИОФФЕ

от 16.I.34 г.

по вопросу исследования средств обнаружения
самолетов ночью, в условиях плохой видимости
и на больших высотах для целей
противовоздушной обороны

Присутствовали:

1. Академик Иоффе А. Ф.
2. » Чернышев А. А.
3. » Вавилов С. И.
4. Профессор Андреев Н. Н.
5. » Палалекси Н. Д.
6. » Лебедев А. А.
7. » Рожанский Д. А.
8. » Линник В. П.
9. » Миллер Ф. А.
10. Нач. радиофакультета ВЭТА Яковлев А. А.
11. Пом. директора Института телемеханики Андреев В. Н.
12. Научный сотрудник ЛЭФИ Шембель Б. К.
13. » » Цимбалн В. В.
14. Научный сотрудник ФТИ Харитон Ю. Б.
15. » » Семенов Н. Н.
16. » » Гаврух Р. Р.
17. Представитель УПВО РККА инженер Ощепков П. К.
18. Нач. КУКС ПВО Хорошилов П. Е.
19. Нач. НИО КУКС ПВО Жукоборский.

С л у ш а л и:

Сообщение представителя Управления противовоздушной обороны РККА инженера Ощепкова, начальника Курсов усовершенствования командного состава ПВО тов. Хорошилова и академика А. Ф. Иоффе о крайней необходимости в современных условиях противовоздушной обороны, в целях обеспечения боевого использования технических средств ПВО конструирования приборов, обес-

печивающих обнаружение самолетов на больших высотах — порядка 10 км — и дальности до 50 км в условиях, не зависящих от атмосферного состояния и времени суток.

Постановили:

В результате обмена мнениями о принципиальной важности и своевременности поставленного вопроса и о возможных средствах его разрешения совещание считает:

1. Из технических средств, могущих обеспечить в наикратчайший срок разработку приборов, обеспечивающих обнаружение самолетов в названных условиях, могут явиться приборы, построенные на принципе использования электромагнитных волн достаточно короткой длины волны (дециметровые и сантиметровые волны)¹.

При этом должны быть разработаны относительно достаточно мощные генераторы дециметровых и сантиметровых волн, направляющие электромагнитные излучения системы, а также приемные устройства, обеспечивающие по отраженному электромагнитному лучу определение местонахождения самолетов (их координаты), их количества, курса движения и скорости.

Определение координат в первом случае может производиться как с дополнительно устанавливаемого приемного аппарата, так и не исключена возможность определения дистанции с одного и того же пункта, что при дальнейшем своем развитии может найти широкое применение в технике артиллерийской зенитной стрельбы по невидимой цели.

2. Одновременно с этим, ввиду новизны поставленного вопроса о применении электромагнитных волн для указанной цели и необходимости в этом направлении еще длительной научно-исследовательской работы, совещание считает необходимым вести разработку и других методов обнаружения. В частности, для обнаружения самолетов в сумерки использовать специально разработанные оптические системы и тщательно еще раз проверить результаты по методам, основанным на принципе звукопеленгации и инфракрасной радиации.

*Подлинный подписали: академик ИОФФЕ А. Ф.
инженер ОЩЕПКОВ П. К.*

Можно со всей определенностью утверждать, что после этого совещания ни у кого не было уже каких-либо серьезных сомнений в успехе дела. Совещание укрепило веру в своевременность поставленной проблемы.

Совещание это было организовано и состоялось в самом высшем научном органе страны с участием наиболее видных специалистов в области физики, оптики, акустики и радиотехники. Уже это одно свидетельствует о том, что проблеме обнаружения самолетов с помощью электромагнитных волн в нашей стране к указанному времени уделялось исключительно большое внимание.

¹ При подписании протокола слова «дециметровые и сантиметровые волны» академик А. Ф. Иоффе, как уже было сказано, собственноручно вычеркнул.

ПЕРВЫЕ УСПЕХИ

Решение описанного совещания свидетельствует, что именно наша страна является родиной идеи радиолокации. К этому времени идея радиолокации была осознана в нашей стране не только по своему целевому назначению, но и по методам осуществления.

В принятом решении со всей ясностью подчеркнута, что с помощью импульсов (порций) электромагнитных волн достаточно короткой длины волны можно не только обнаруживать на больших расстояниях воздушные цели, но и определять их координаты (зенитная стрельба, наведение истребительной авиации и т. п.). И мы не вправе поэтому забывать всех тех, кто содействовал столь ясной постановке проблемы в тот период, когда о ней ничего не было еще известно в мире.

Слова «радиолокация» у нас в то время еще не было. Оно пришло к нам в 1941 г. вместе с закупленными за границей станциями типа «Сон» и др.

В период, когда в нашей стране начинались первые работы по радиообнаружению (радиолокации), никаких сведений об аналогичных работах, проводимых за границей, не было да и не могло быть, так как, если судить по официальной американской истории радара, на Западе подобных работ в то время не было вообще.

Это со всей очевидностью вытекает из следующего. В упомянутой официальной истории США об изобретении радара говорится: «В 1935 г. по настоянию Вице-адмирала Боуэна (в то время начальника технического бюро Морского комитета), конгресс США ассигновал Морской исследовательской лаборатории 100 000 долларов на научные работы. Это была первая сумма, отпущенная специально для развития радиолокационной техники» (русский перевод, изд. 1946 г., с. 11).

В той же официальной истории о радаре сообщается, что «первый контракт с промышленностью на изготовление шести станций для обнаружения самолетов был подписан в октябре месяце 1939 г.»

В опубликованной в 1946 г. в журнале «Лук» статье двух американцев — Э. Реймонда и Дж. Хачертонна, один из которых был длительное время советником в американском посольстве в Москве, говорится:

«Советские ученые успешно разработали теорию радара за несколько лет до того, как радар был изобретен

в Англии». В этом они правы. У нас действительно еще в 1933 г. были составлены конкретные планы исследований целевого назначения, а в 1934 г., как это будет сейчас видно, первые действующие станции для обнаружения самолетов были уже построены на принципе отраженной электромагнитной волны.

Сразу же после совещания у академика Иоффе, а частично и до этого, в нашей стране были развернуты широкие научно-исследовательские работы по созданию станций электромагнитного обнаружения.

19 февраля 1934 г. Управлением противовоздушной обороны был заключен договор с Ленинградским электрофизическим институтом на проведение исследований по измерению электромагнитной энергии, отраженной от предметов различных форм и материалов. Этому же институту поручалось изготовить передатчик и приемник для проведения опытов по фактическому обнаружению самолета по отраженной от него волне. Со стороны Управления противовоздушной обороны договор и технические условия были подписаны мною и И. Ф. Блажевичем, а со стороны Электрофизического института — академиком А. А. Чернышевым и Б. К. Шембелем.

Были поставлены работы и в Харьковском физико-техническом институте (в лаборатории профессора А. А. Слуцкина), в ОКБ Управления ПВО РККА, на заводе «Светлана» и других предприятиях. Все работы в этом направлении проводились по заранее составленному плану и рассматривались как дело большой государственной важности. Нам с самого начала было ясно, что для достижения положительных результатов в наикратчайший срок необходимо широко привлечь крупные силы промышленности и науки.

Это не замедлило сказаться. Уже к середине того же 1934 г. мы имели прямые доказательства правильности метода. Были построены первые опытные станции, проведены их испытания, которые дали исключительно обнадеживающие результаты.

Вот как об этом записано в документах. Один из них (акт) относится к испытанию первой радиолокационной станции 11 июля 1934 г. под Ленинградом, а другой (протокол) — к испытаниям в период 9—10 августа того же 1934 г. Теперь можно с уверенностью сказать, что это были первые в мире опыты по радиолокационной технике. Вот эти документы.

А.К.Т

испытания опытной аппаратуры по п.2-б работы № 2170 "РЭМД"
согласно договора УПВО РККА с ЛЭФН от 19/II-1934 г.
гор. Ленинград. 11 июля 1934 г.

1. Аппаратура и ее расхождение.

Передачки направленного действия с углом направленности
в 60° при мощности излучения 150-200 ватт на волне 4,7 метра,
модулированный с частотой 1000 периодов был установлен на
крыше здания ЛЭФН. Направление направленности обращено на запад
под углом к ге

Принимая те
тором в качес
нии.

Наблюдения
10 июля с.
приемник вб
от него в рас
ние - поляна
дождь. Время

11-го июля
приемника об.
300 метров и
поле на бере
дождевые туч

П.
10/УП с.
12-26 типа
11/УП с.
12-06 два г

12-25 гидросамолет, в 12-27 - тоже, в 12-30 - тяжелый бомбо-
зав, в 12-43 - тоже, в 13-40 - тоже и в 14-17 - типа "Р-5".

II. В. м. а. о. а. м.

1) Во всех этих случаях наличие самолета в зоне радиусом
до 3-х км. от принимающего устройства и при высотах до
1000 метров совершенно ясно ощущалось приемным устройством
по появлению в телефоне характерных биений, обусловленных
интерференцией прямой и отраженной волн.

2) Комиссия констатирует, что положенный принцип в разреше-
нии поставленной задачи верен и считает необходимым всемерно
форсировать дальнейшие работы по разработке окончательного
образца.

Председатель Комиссии
- Начальник и Комиссар КУП

(ХОРОВИЛЕВ)

Члены Комиссии:

Начальн. ЭТС УПВО РККА

(ЧАУСОВ)

Командир бригады
ВВС МСВМ

(МИРОНОВ)

Инженер ЭТС УПВО РККА

(ОЩЕПКОВ)

Директор Института,
наблюдения

(ЧЕРНЫШЕВ)

Представитель ЛЭФН
Начальн. Сектора Радиотехники

(ШЕМБЕЛЬ)

Печатано 2 экз.:

№ 1 - УПВО РККА.

№ 2 - ЛЭФН.

Экз. 4

Первые документы об испытаниях советской радиолокационной
техники

А К Т

испытания опытной аппаратуры по пункту «26» работы № 2170 («Рапид») согласно договору УПВО РККА с ЛЭФИ от 19 февраля 1934 г.

Ленинград, 11 июля 1934 г.

I. Аппаратура и ее расположение

Передачик направленного действия с углом направленности в 60° при мощности излучения 150—200 Вт на волне 4,7 м, модулированной с частотой 1000 периодов, был установлен на крыше здания ЛЭФИ. Максимум направленности обращен на запад под углом к горизонту в 15° .

Приемник типа суперрегенератор с одним горизонтальным вибратором в качестве антенны устанавливался в центре зоны наблюдения.

Наблюдения проводились 10 и 11 июля с. г.

10 июля с. г. наблюдения производились при расположении приемника в расстоянии от ЛЭФИ порядка 3 км. Месторасположение — поляна в лесу. Состояние погоды — облачно, накрапывал дождь. Время наблюдения — между 11.00 и 13.00.

11 июля — наблюдения при расположении приемника вблизи поселка Лахты на восток от него в расстоянии 300 м и в 11 км от ЛЭФИ. Месторасположение — открытое, поле на берегу Финского залива. Состояние погоды — облачно, дождевые тучи на горизонте. Время наблюдения — с 12.00 до 14.30.

II. Наблюдения

10 июля с. г. самолеты наблюдались в 11.00 типа Р-6; в 12.26 — типа «Амфибия» и в 12.36 — типа Р-6.

11 июля — самолеты наблюдались в 12.02 типа ТБ-1; в 12.06 — два гидросамолета; в 12.20 — три тяжелых бомбардировщика; в 12.25 — гидросамолет; в 12.27 — то же; в 12.30 — тяжелый бомбовоз; в 12.43 — то же; в 13.20 — то же; в 14.47 — типа Р-5.

III. Выводы

1. Во всех этих случаях наличие самолета в зоне радиусом до 3 км от принимающего устройства и при высотах до 1000 м совершенно ясно ощущалось приемным устройством по появлению в телефоне характерных биений, обусловленных интерференцией прямой и отраженной волн.

2. Комиссия констатирует, что положенный принцип в разрешенные поставленной задачи верен, и считает необходимым всемерно форсировать дальнейшие работы по разработке окончательного образца.

П/п Председатель комиссии:

начальник и комиссар КУКС ПВО ХОРОШИЛОВ

Члены комиссии:

начальник ЭТС УПВО РККА ЧАУСОВ,

командир бригады ВВС МСБМ МИРОНОВ,

инженер ЭТС УПВО РККА ОЩЕПКОВ,

директор ЛЭФИ академик ЧЕРНЫШЕВ,

начальник сектора радиотехники ЛЭФИ ШЕМБЕЛЬ.

ПРОТОКОЛ

испытания установки «Рapid» на высоту и дальность,
производившегося 9 августа 1934 г. в районе Красногвардейска
и 10 августа 1934 г. в районе станции Сиверская.

Результаты испытаний сведены в следующую таблицу:

Место и число испытаний	№ п/п	Время	Курс	Высота	Эффект	Примечание	
9/VIII 1934 г., г. Красно- гвардейск, 50,4 км от излучателя, тип самолета Р-6	1	17 ⁵⁸	На Ленинград	1200	Хорошо	На виражах удаление са- молета от приемника 5—7 км	
	2	18 ⁰²	Вираж		Хорошо		
	3	18 ⁰⁴	На Красногвар- дейск	2500	Хорошо		
	4	18 ⁰⁸	Вираж		Слабо		
	5	18 ¹⁰	На Ленинград	3300	Хорошо		
	6	18 ¹³	Вираж		Хорошо		
	7	18 ¹⁵	На Красногвар- дейск	3900	Хорошо		
	8	18 ¹⁹	Вираж		Слабо		
	9	18 ²¹	На Ленинград	4500	Хорошо		
	10	18 ²⁵	Вираж		Хорошо		За облаками
	11	18 ²⁹	На Красногвар- дейск	5000	Хорошо		
	12	18 ³³	Вираж		Неясно		
	13	18 ³⁸	На Ленинград	5200	Хорошо		
	14	18 ³⁸	Снижение		Хорошо		
	15	18 ⁴¹	Снижение		Неясно		
	16	18 ⁴⁸	Снижение		Слабо		Непосредст- венный при- ем слаб и не- уверен
	17	18 ⁴⁹	Снижение		Хорошо		
10/VIII 1934 г., ст. Сивер- ская, 70,6 км от излучате- ля, тип само- лета «истре- битель»	1	18 ⁰⁰	Различный	Раз- ная	Удовлетво- рительно	При поднят- ии прием- ной системы антенн на высоту при- ем возраст- ает	
	2	20 ⁰⁰	Различный	Раз- ная	Удовлетво- рительно		

ВЫВОДЫ

1. На расстоянии порядка 50 км высота 5200 м не является предельной для участвовавшего в испытаниях типа самолета, так как существенного ослабления эффекта с увеличением высоты до предельной не наблюдалось.

2. Самолет определяется безусловно надежно в том случае, когда он находится от приемника в сторону к излучателю, и определяется с меньшей надежностью, когда он находится от приемника в сторону от излучателя.

3. Расстояние 75 км от излучателя при данной мощности (150÷180 Вт) и при данных высотах антенн излучателя и приемника является предельным.

*П/п начальник радиотехнического сектора ЛЭФИ ШЕМБЕЛЬ,
инженер ЭТС УПВО РККА ОЩЕПКОВ.*

Из этих документов со всей очевидностью вытекает, что Советский Союз к середине 1934 г. имел не только вполне сложившиеся, отработанные идеи в области радиолокации, но и фактический материал, подтверждающий правильность принципа действия.

Об этом приходится говорить тем более, что до сих пор распространено мнение, будто радиолокация пришла к нам из-за границы. В действительности же она является детищем советского народа.

Мы не собираемся здесь полемизировать с Черчиллем, который вскоре после окончания второй мировой войны заявил в парламенте, что именно они, англосаксы, подарили миру радиолокацию — это величайшее, как он выразился, военное изобретение за последние 50 лет. Пусть будут на его совести те основания, на которых он базировался, делая такое «авторитетное» заявление.

Мы же, советские люди, можем гордиться тем, что исследования и само открытие радиолокации в нашей стране были сделаны самостоятельно и без посторонней помощи. Как радио, так и радиолокация своим существованием обязаны нашей Родине.

Постановка проблемы и весь ход ее разработки в нашей стране коренным образом отличались от частно-предпринимательской инициативы, как это бывает за рубежом. Нам с самого начала было ясно, что техника этого рода при своем развитии перерастет рамки своего первоначального предназначения и будет необходима для многих отраслей народного хозяйства и науки. Чтобы приблизить этот желанный час, нужны были усилия не одиночек, а многих научных коллективов и предприятий. Вот почему в центр нашего внимания тогда ставилось прежде всего привлечение таких творческих сил, которые, работая над частными задачами и про-

блемами, были бы объединены общностью идеи и цели. Именно это-то и помогло нам уже в 1934 г., т. е. за самое короткое время, осуществить решающий эксперимент — *экспериментум круцис*.

В составлении и укреплении идеи радиолокации на ранней стадии ее развития крупную роль сыграли такие советские ученые, как С. А. Векшинский (впоследствии академик), А. Л. Минц (позже академик), профессор Н. Н. Циклинский, профессор А. А. Лебедев (потом академик), и многочисленные труженики на фронте технического прогресса. Среди них надо отметить прежде всего А. Я. Усикова (ныне академик Академии наук УССР), инженеров А. Н. Мержиевского, В. П. Первухина, С. С. Когана, П. М. Винника и Б. С. Хавкина и замечательнейших наших техников М. М. Шуклина и С. И. Филиппова. Первый из них погиб во время войны, а С. И. Филиппов работает в настоящее время старшим инженером в одном из НИИ. Это звание он получил по опыту работы, т. е. без окончания института.

В те же годы группа инженеров и техников в Особом конструкторском бюро ПВО создала под руководством талантливого инженера и большого труженика В. В. Цимбалина оригинальную конструкцию первого импульсного передатчика и специальную импульсную лампу для радиолокационных целей, ставшую потом известной под маркой ИГ-8.

Если американцы пишут, что у них первый контракт на постройку шести опытных станций был заключен в 1939 г., то у нас в Советском Союзе первый договор с заводом на постройку пяти опытных станций электромагнитного обнаружения самолетов был заключен еще 26 октября 1934 г. (заказы «Вега» и «Конус») — на пять лет раньше, чем в США. Конечно, эти станции и эти работы были не столь еще совершенны, как современная радиолокация, но факт остается фактом, и он говорит сам за себя (см. вкладку).

Ко всей этой истории мне пришлось иметь прямое отношение и как ведущему эти работы по Управлению противовоздушной обороны, и как главному инженеру опытного сектора УПВО РККА.

Вскоре выяснилось, что необходимо дальнейшее расширение экспериментальных и теоретических работ, служащих базой для расчета и конструирования аппарату-

ры. Поэтому с конца 1935 г. к этим работам была привлечена новая группа специалистов во главе с профессором Д. А. Рожанским. Из этой группы потом вышли первые лауреаты Государственной премии за работы в области радиолокации — Ю. Б. Кобзарев (ныне академик Академии наук СССР), П. А. Погорелко и Н. Я. Чернецов.

Большой вклад в отечественное приборостроение по радиолокации внесли В. П. Илясов, Д. Е. Маляров, К. И. Крылов и другие, создавшие современные и полностью оригинальные конструкции первых магнетронов.

В области радиолокационной техники работала самостоятельная группа. Среди них надо отметить прежде всего группу инженера Ю. К. Коровина.

Сейчас даже трудно перечислить всех участников этого большого начинания.

Чтобы подчеркнуть заботу о смелом начинании советских инженеров в области радиолокации, достаточно привести один документ того времени. Из него видно, что этому начинанию оказывали помощь не только руководители Наркомата обороны, но и руководители партии и Советского правительства. Я имею в виду прежде всего Сергея Мироновича Кирова, одного из талантливейших руководителей нашей партии. После обращения к нему Михаила Николаевича Тухачевского (в то время заместителя наркома обороны) в октябре 1934 г. Сергей Миронович Киров стал еще больше интересоваться состоянием и ходом выполнения наших работ в Ленинграде. Меня как молодого работника поражало внимание Сергея Мироновича даже к самым мелким нашим нуждам. Он тут же принимал решения, связывался по телефону с необходимыми в данном случае работниками ленинградских организаций, давал указания, писал записки и находил время лично проверить, так ли все сделано. Такая горячая, активная заинтересованность крупнейшего партийного деятеля в наших заботах вдохновляла нас и делала более уверенными в своих действиях.

Да разве можно когда-нибудь забыть такого человека, как Сергей Миронович Киров!

Вот письмо М. Н. Тухачевского С. М. Кирову. Этот документ необходимо привести здесь для того, чтобы рассеять всякие сомнения в приоритете нашей Родины в создании этой важнейшей области техники.

Уважаемый Сергей Миронович!

Проведенные опыты по обнаружению самолетов с помощью электромагнитного луча подтвердили правильность положенного в основу принципа.

Итоги проведенной научно-исследовательской работы в этой части делают возможным приступить к сооружению опытной разведывательной станции ПВО, обеспечивающей обнаружение самолетов в условиях плохой видимости, ночью, а также на больших высотах (до 10 тыс. и выше) и дальностью (до 50—200 км).

Ввиду крайней актуальности для современной противовоздушной обороны развития названного вопроса очень прошу Вас не отказать помочь инженеру-изобретателю тов. Ощепкову П. К. в продвижении и всемерном ускорении его заказов на ленинградских заводах «Светлана», ЦРЛ и др.

Более детально вопрос Вам доложит тов. Ощепков в Ленинграде.

*П/п заместитель народного комиссара
обороны Союза ССР
ТУХАЧЕВСКИЙ М. Н.*

Чтобы у читателя не сложилось впечатления, будто с этого времени все пошло у нас гладко и не было никакого сопротивления новому со стороны тех, кто вырос и воспитался на определенных взглядах и традициях, приведу такой пример.

Летом 1934 г. (кажется, в августе) московская лаборатория особого сектора ПВО подготовила одну из опытных станций для демонстрации высшему руководству Министерства обороны и членам правительства. Излучатель был установлен стационарно на верхнем этаже дома № 14 по Красноказарменной улице в Лефортове. А приемное устройство находилось в районе Новогиреева по шоссе Энтузиастов, сразу же за Измайловским парком. К назначенному часу приехали все. Специальная аппаратура и обслуживающие установки действовали безотказно. Результаты по тому времени были неплохие. Они, с нашей точки зрения, определенно говорили о том, что этим методом самолет действительно обнаруживается.

Михаил Николаевич Тухачевский спросил при этом академика Михаила Васильевича Шулейкина (тогда он был членом-корреспондентом Академии наук СССР), каково его мнение по поводу результатов эксперимента. Мы все были уверены, что Шулейкин — один из ведущих в то время специалистов в области радиотехники — горячо поддержит начинание и одобрительно отнесется к первым

практическим результатам. Но не тут-то было. К удивлению присутствующих, он заявил во всеуслышание, что «все это чепуха и никакого приема отраженного электромагнитного луча здесь нет. Ощепков просто-напросто принимает сигналы зажигания моторов, и ничего больше».

Пришлось собрать все силы, чтобы выступить с возражениями столь маститому ученому. Я, наверное, походил в то время на петуха, которого разъярили, так как набросился на Шулейкина и скороговоркой выпалил ему:

— Если вы, Михаил Васильевич, считаете, что здесь нет приема отраженной волны, то неужели вы, как специалист, не можете этого проверить? Достаточно выключить передающую (облучающую) станцию — и все пропадет, а если это сигналы от системы зажигания моторов, то разве они могут зависеть от нашей облучающей станции? Сядьте к установке лично сами, командуйте ее работой. Я же могу вообще удалиться.

Присутствовавший при этом Н. Н. Нагорный (впоследствии командующий противовоздушной обороной страны) также с горячностью напал на М. В. Шулейкина и потребовал от него, чтобы, не отходя, как говорят, от кассы, он проверил свои убеждения и дал свое твердое заключение.

Наконец Михаил Васильевич уступил просьбам присутствующих. И хотя он говорил, что уверен в этом более, чем в том, что стоит на земле, он все же сел к передающей радиации и стал командовать работой облучающей станции. Потом он подошел к приемнику и по радиации дал команду самолету несколько раз изменить свой курс. Встал, походил немного и отошел в сторону. Видно было, что он что-то серьезно обдумывает. Подошел снова к присутствующим и попросил всеобщего внимания.

Он, как истинный ученый, тщательно проверил свои убеждения и заявил:

— Да, я действительно ошибался. Здесь мы присутствуем при рождении совершенно нового направления в развитии науки и техники, и мои знания и мой опыт к вашим услугам. Я всемерно буду помогать этому делу.

И он действительно до конца своей жизни всячески помогал развитию радиолокационного дела у нас в стране.

С августа 1937 г. я отошел от радиолокационных работ, и дальнейшую ее историю не мне писать. Теперь

всем известно, что радиолокация получила могучее развитие. Без нее нельзя было бы управлять траекторией спутников. Она зорко охраняет наши воздушные границы. С помощью радиолокационных принципов теперь обнаруживают в море косяки рыб, отыскивают повреждения в электрических кабелях, водят пароходы, самолеты и т. д. Да всего и не перечислишь.

Мне хотелось в этом коротком рассказе изложить не столько историю открытия радиолокации в ее хронологическом аспекте и даже не столько те достижения, которыми гордится современная радиолокация, сколько пути, по которым мы шли к этому открытию, самую логику решения проблемы.

Не случайное вдохновение или желание «что-то» изобрести руководило нами в то время. Нет. Мы точно знали, что ищем. Мы точно определили внутренние противоречия в решаемой нами задаче воздушного наблюдения и на основе творческого применения марксистского диалектического метода анализировали ее шаг за шагом. Именно анализ привел нас к необходимости использовать для этой цели электромагнитную энергию как самую быструю по скорости распространения, как проникающую через мрак ночи и толщу облаков, как наиболее легко управляемую в месте посылки. Это не гениальное предвидение, а закономерный результат анализа.

Вспоминая беседы с Сергеем Мироновичем Кировым, особенно хочется подчеркнуть его необыкновенно быструю реакцию на все новое, его замечательную способность находить в любом сложном вопросе самое главное, решающее на определенном этапе. Он не был специалистом в данной области техники, но как он умел выделить главное!

Помню, очень хорошо помню, как перед проведением первых опытов по обнаружению отраженной от самолета электромагнитной энергии он нам говорил:

— Постановка вопроса о радиообнаружении самолетов по отраженной волне в корне меняет дело. В этом случае мы, а не противник даем энергию для работы наших приборов обнаружения. И если действительно отраженной от самолетов энергии хватит для того, чтобы сработало приемное устройство, то мы разовьем тогда эту технику и вширь и вглубь.

Это был вопрос вопросов во всей истории развития радиолокации.

И как же был обрадован С. М. Киров, когда первый секретарь Ленинградского горкома партии А. И. Угаров доложил ему результаты опытов, зафиксированные в упомянутом акте от 11 июля 1934 г.

Жаль, что жизнь С. М. Кирова так трагично и так рано оборвалась и ему не удалось увидеть конечных итогов нашей работы.

Несколько позже и не менее трагично оборвалась жизнь другого государственного деятеля, много сделавшего для развития отечественной радиолокации,— М. Н. Тухачевского.

Говоря о зарождении радиолокации в нашей стране, я не могу не отдать должное светлой памяти М. Н. Тухачевского, который на самом раннем, на самом трудном этапе нашей работы смело и решительно помогал поставить эту технику.

Проследивая всю историю зарождения отечественной радиолокации, можно твердо сказать, что такой же метод анализа задачи может привести к важным открытиям и в любом другом деле. И я не сомневаюсь, что и в области радиолокации последнее слово еще не сказано. В каждом, даже в самом идеальном решении со временем обнаруживаются внутренние противоречия. Развиваясь, они могут привести к самоотрицанию. Но если правильно оценить и проанализировать эти противоречия, то можно найти новое направление, которое будет более современным.

Предположим, что нам нужно получить информацию панорамного типа об общей обстановке или о быстро-летящем предмете или небесном теле в секторе наблюдения методом импульсной посылки радиолокационного луча и последовательным перемещением его в зоне наблюдения. При четкости изображения в 250 строк с расстояния даже в 2,5 км (туда и обратно по ходу луча будет 5 км), потребуется около одной секунды ($300\,000\text{ км} : 5\text{ км} \times 250 \times 250$). При расстоянии 250 км для формирования изображения этим методом потребуется уже около 100 с. Если сканировать в зоне наблюдения лучом с непрерывным излучением, то и в этом случае минимальное время получения панорамной информации будет определяться временем образования кадра, а не временем распространения электромагнитной энергии до контролируемой зоны и обратно. Это то «мертвое» время в радиолокационном методе, которое органически с ним связано.

Однако наблюдение и особенно изучение современных быстролетающих целей не позволяет (из-за больших скоростей) оперировать такими большими отрезками времени — требуется более короткое время. Таким образом, налицо новое противоречие, и оно может быть преодолено только на пути одновременного приема и преобразования оптически сформированных радиоизображений, т. е. на пути оптического радиовидения, на пути радиоголографирования.

Возможно, существуют и другие противоречия в современных методах радиолокации, но мы их здесь не касаемся.

Читатель, желающий более подробно узнать о зарождении радиолокации в нашей стране и о первых работах по радиообнаружению самолетов, может найти интересные сведения в книге, выпущенной Воениздатом в 1970 г. Книга называется «Это начиналось так». Автор ее П. Е. Хорошилов. Есть также книга М. М. Лобанова под названием «Из прошлого радиолокации».

Радиолокация имеет огромное значение и в мирное время. С ее помощью управляют полетами самолетов ночью и в ненастную погоду. С ее помощью управляют космические корабли и морские суда. Но особенно большую роль она сыграла в годы Великой Отечественной войны. Считаю долгом отметить в разработке новой идеи роль инженера-полковника Д. С. Стогова и как главного инженера опытного сектора Управления ПВО РККА, и как руководителя по применению и развитию радиолокационной техники в годы Великой Отечественной войны. Работы его внесли неоценимый вклад в дело государственной важности.

НЕЗАБЫВАЕМЫЕ ВСТРЕЧИ

Жизнь ценится не за длину, а за содержание.

Луций Анней Сенека

Время лечит раны. Но едва ли кто хотел бы восстановить свои ощущения и переживания в момент ранения, даже если и прошло с тех пор много лет. Пропустим и мы десяток лет, предадим их забвению. Даты говорят сами за себя — 1937—1947. В радиолокации за это время появились новые люди, окрепли молодые талантливые специалисты, а сама эта техника разрослась в мощную отрасль промышленности. Многие из тех, кто посвятил себя этому интереснейшему делу, начинали свой путь с азов, самостоятельно, другие — с освоения иностранного опыта. Но ни те, ни другие в большинстве своем не знали настоящей истории его возникновения. Привившееся в нашем языке слово «радиолокация» иностранного происхождения, привезенное к нам в первые годы Великой Отечественной войны вместе с закупленными иностранными радиолокационными станциями. Оно — это слово — никак не говорило об отечественных начи-

наниях в этой области. Да и мало кого это интересовало. В то время важно было иметь нужную технику, а не историю ее возникновения. Так рассуждали многие.

За границей эту технику персонально также никому не приписывали. В выпущенной в США вскоре после окончания войны официальной истории радара по этому поводу писалось:

«Идея радиолокации возникла независимо у различных лиц и в различных странах мира, после того как импульсная техника оказалась пригодной для обнаружения таких объектов, как самолеты и корабли. Вероятно, эта идея возникла почти одновременно в Америке, Англии, Франции, Германии и даже в Японии».

Как видите, здесь перечислены все наиболее развитые страны мира, а вот на такую «маленькую» страну, как СССР, у авторов брошюры не хватило, по-видимому, четырех букв.

С одной стороны, в американской истории радара говорится о том, что идея радиолокации возникла одновременно у различных лиц и в разных странах мира, с другой стороны, отмечается, что она возникла после того, как импульсная техника стала пригодна для обнаружения таких объектов, как самолеты, корабли и т. п. Но ведь для того, чтобы эта техника стала пригодна для обнаружения таких объектов, как самолеты, надо было сначала создать ее, надо было поработать над ней, и поработать целеустремленно, т. е. во имя заранее поставленной цели. Не будь необходимых для этого принципов и необходимой материальной части, нельзя было бы и доказать возможность обнаружения самолетов с помощью электромагнитных волн.

Оглядываясь в прошлое, мы с чувством огромного удовлетворения можем теперь сказать себе, что мы, советские люди, к идее радиолокации шли своей дорогой, мы ни на кого не оглядывались и никого не догоняли. Необходимые в этом направлении работы были начаты нами самостоятельно, и первые результаты по ним были получены на несколько лет раньше, чем за рубежом. Они-то, эти начинания и первые наши успехи в этом направлении, по-видимому, и послужили толчком к тому, что «разные лица и разные страны» вдруг и одновременно возгорелись страстью к этой технике.

К тому времени, о котором я здесь говорю, было уже ясно, что радиолокация — вполне конкретная и сложив-

шаяся область техники. Было также ясно, что, как и всякая другая новая область техники, она будет развиваться и двигаться вперед семимильными шагами. Меня же всегда манили неизведанные дали. Встречи со старыми друзьями и, в частности, с командующим противовоздушной обороной страны Н. Н. Нагорным еще больше убедили в том, что надо искать новые пути для решения назревших и назревающих задач.

Что это за задачи, здесь не место излагать, да в этом и нет необходимости. Как инженера-исследователя, меня больше интересовали не сами задачи, что было делом военных, а пути их технического решения. Пожалуй, даже не столько сами решения, сколько отыскание таких принципов, которые бы вели к нахождению путей решения.

ОТ РАДИОЛОКАЦИИ К БЕСПОДСВЕТНОМУ НОЧНОМУ ВИДЕНИЮ

Я все чаще стал задумываться над тем, каким образом радиотехника, а теперь и радиолокация достигли таких поражающих воображение успехов. Что лежит в основе этих успехов? Человек с помощью радио разговаривает с другим человеком через континенты. Оператор радиолокатора обнаруживает вражеский самолет за многие сотни километров. Откуда такие возможности? Что является самым главным, самым определяющим в мире патентов, авторских свидетельств и всяких других усовершенствований, призванных обеспечить наилучшее действие этих устройств? Что является самым главным после того, как были открыты сами радиоволны?

Размышляя, делая неоднократные попытки найти общую основу в принципах действия бесчисленного количества всевозможных устройств этого рода, я пришел к мысли, что самым определяющим, самым характерным явилось открытие в свое время первых способов управления энергией местного источника при помощи слабых проходящих радиосигналов. Не будь этих принципов, не было бы и всех современных достижений в указанных областях техники. Любой сигнал, принятый приемной антенной, сам по себе не может еще произвести какого-либо реального действия — ни вызвать звучание рупора достаточной силы, ни заставить светиться экран

телевизионной трубки, ни привести в движение мотор, пусть даже самой маленькой мощности. Для этого у радиосигнала слишком мала энергия.

С изобретением радиолампы, а с ней и принципов линейного усиления, регенеративного, сверхрегенеративного усиления и т. п. открылись и возможности управления энергией местного источника при помощи слабых входящих радиосигналов. Широко распространенное понимание этих принципов как принципов усиления радиосигналов в действительности отражает не что иное, как управление энергией местного источника. Не сам сигнал усиливается — его, по-видимому, и нельзя было бы усилить, а электрические токи в цепях местного источника энергии начинают под воздействием радиосигнала и в такт с ним изменяться и управляться. Вот это-то и является, на мой взгляд, самым главным в арсенале всех современных радиотехнических и радиолокационных средств.

Казалось бы, тут нет ничего особенного — все это элементарно просто. Но как полезно бывает порой взглянуть на привычные вещи другими глазами! Даже первые результаты такого анализа породили целый рой мыслей, от которых потом я не мог уже освободиться.

Если главное заключается в этом, думал я, то почему нельзя распространить такой же подход на решение других задач, такие же принципы — на другие виды излучений, на другие виды колебаний, например на свет? В моем сознании с каждым днем крепла уверенность в том, что это возможно, что перенос известных принципов из одной области знания в другую не только возможен, но и полезен. Очень скоро у меня созрела мысль и о том, как это практически осуществить.

Электрическая форма энергии, как наиболее гибкая в смысле взаимопревращаемости, может существовать и в виде световой энергии. Это всем хорошо известно. Следовательно, если найти способ управления световой энергией местного источника с помощью слабого светового сигнала, то можно осуществить и здесь все принципы, существующие в радиотехнике. С открытием же их должно появиться новое необъятное поле деятельности для инженеров, конструкторов и разработчиков. А области практического приложения? Они очень обширны.

Говорят, что ночью все кошки серы. Ну а можно ли увидеть черную кошку в черной, неосвещенной комнате? И видит ли что-нибудь сама кошка в этих условиях? Меня все больше и больше стал занимать вопрос о том, как и почему птицы, перелетая ночью с ветки на ветку, не ошибаются в месте посадки? Каким образом видят глубоководные рыбы, если к ним практически не проникает свет? Можно ли видеть ночью так же, как днем, и можно ли видеть сквозь туман, дымовую завесу? Можно ли видеть в темных жидкостях, в непрозрачных телах и т. д. и т. п.? Разве плохо было бы, если бы человек мог ночью ходить, работать, водить машины так же, как днем? Разве плохо было бы осуществить узконаправленную связь на сверхкоротких, т. е. световых, волнах и, наоборот, видеть непосредственно глазом в радиоволнах?

Передо мной возникала одна задача за другой. Мне становилось ясно: если бы мы нашли способ управления энергией местного светового источника с помощью слабых световых излучений, то мы нашли бы общую, принципиальную основу для решения перечисленных и подобных им задач. Значит, надо искать эти способы!

Знание основных принципов радиотехники, благодаря которым она пришла к триумфу, глубокая вера в то, что эти принципы всеобщы, присущи не только радиотехнике, но и более широкому кругу явлений, очень скоро привели меня к мысли о том, что и в светотехнике, точнее, в светозлектронике должны существовать процессы, аналогичные радиотехническому линейному, регенеративному и даже сверхрегенеративному усилению.

Стало ясно: если это будет доказано, то перед электроникой откроются новые области практического использования, ранее неизвестные. Наметились и пути экспериментальных исследований в этом направлении. Ближайшие сотрудники по лаборатории эти взгляды полностью разделяли и трудились в меру своих сил, чтобы доказать их справедливость. Однако скептиков на этот раз было больше, чем оптимистов, и они побуждали искать помощи и защиты.

НОВЫЕ ВСТРЕЧИ С АКАДЕМИКОМ С. И. ВАВИЛОВЫМ

Я вспомнил разговор на коллоквиуме с Сергеем Ивановичем Вавиловым и его укор в мой адрес, что я забываю старых друзей, не обращаюсь к нему, хотя в новом его положении он, как президент, мог бы оказать мне гораздо большую помощь и поддержку, чем это было тогда, на заре развития радиолокации. Живо восстановив в своей памяти весь этот разговор и все то хорошее, что сделал в 1933—1934 гг. Сергей Иванович для успешного развития в нашей стране радиолокации, я решил обратиться к нему, чтобы посоветоваться по волновавшим меня вопросам.

Преодолев известную неловкость — как-никак он президент самой большой в мире Академии наук, а я всего лишь руководитель рядовой лаборатории, без ученых званий и степеней, — я решил позвонить ему. Разговор с ним я начал было с извинений, обычных в таких случаях, и с объяснений. Он и слушать не хотел никаких извинений. Очень четко и ясно доносится из трубки:

— Какие могут быть извинения! Я же вам сказал еще тогда, что по любому поводу обращайтесь ко мне без стеснения. Я к вашим услугам.

Он назначил мне время, и мы очень скоро встретились. Это было осенью 1949 г.

Я изложил ему все свои мысли и сказал, что хотел бы осуществить такие системы, которые позволили бы, образно говоря, увидеть «дыхание» самой природы, ничтожные ее излучения, связанные с температурными колебаниями кристаллической решетки или движением электронов в твердых и жидких телах, при биологических процессах и т. п. Внимательно выслушав меня, Сергей Иванович, как бы рассуждая вслух, начал медленно говорить:

— Перенесение одних методов, одних принципов из более изученной области науки в другую, менее изученную область науки действительно часто приводит к неожиданным и полезным результатам. На стыке двух дисциплин всегда рождается нечто оригинальное.

Что касается нашего глаза, то, несмотря на всю сложность и тонкость его устройства, он не лишен ограничений. Ночью он не видит, хотя ночь не является абсолютной темнотой. Во время войны наш институт

(он имел в виду Государственный оптический институт, в котором длительное время был научным руководителем) провел большие исследования по изучению ночной освещенности поверхности Земли. С помощью специальной методики нам удалось показать, что в районе Йошкар-Олы, например, освещенность на поверхности Земли не спускается ниже 0,9 миллилюкса, и это при самых неблагоприятных условиях (безлунная ночь, склонение солнца за горизонтом наибольшее — 40° , облачность максимальная — 10 баллов).

О ночезрительной трубе мечтал еще М. В. Ломоносов, однако настоящего своего решения эта проблема и до сих пор не имеет. Надо организовать широкие исследования в этом направлении. И если говорить об общих принципах подхода к этой проблеме, то могу согласиться с вами — аналоги радиотехнических принципов здесь действительно могут сыграть крупную роль.

Будучи крупным специалистом в области люминесценции и признанным руководителем советской школы в этом научном направлении, Вавилов особенно детально интересовался теми принципами, в которых использовались квантовые или квантово-электронные процессы. Он о многом спрашивал, но еще больше, конечно, сам рассказывал. Он объяснил и причину появления естественной освещенности на Земле в ночные часы. Оказывается, ответственны за такую освещенность не луна и не звезды, вернее, не только они. Главным источником свечения ночного неба служит сама атмосфера.

Днем под воздействием солнечных лучей молекулярный кислород и азот атмосферы диссоциируют, распадаются, переходя в атомарное состояние, а в ночные часы происходит обратный процесс — атомарный азот и кислород рекомбинируют, воссоединяются в молекулярное состояние и выделяют при этом лучистую энергию, которую можно обнаружить в ряде участков спектра. В видимой области это излучение имеет наибольшую интенсивность в районе зеленой линии (длина волны 0,557 миллимикрона). Наибольшего своего значения излучение ночного неба достигает около часа ночи. В это время оно почти в 5 раз превышает свет, доходящий до нас от всех звезд, взятых вместе.

— Вот и выходит, — говорил Сергей Иванович, — что даже в самую темную ночь начальные световые сигналы вокруг нас всегда имеются. Ночь — это не абсолютная

темнота. Нет только способов усиления слабых освещенностей, или, как вы говорите, нет способов управления слабыми световыми сигналами, световой энергией местного источника. Что ж, в путь-дорогу за этими способами!

Ободренный таким пониманием и помощью, я хотел поблагодарить Сергея Ивановича и уйти. Внутренне я не был тогда еще уверен в том, что занимаю президента академии действительно большими, действительно важными вопросами. Конечно, каждому из нас, изобретателей, часто представляется, что на свете нет ничего более важного, чем наши собственные изобретения или предложения. Но, учитывая масштабы деятельности президента, мне казалось, что я не имею морального права так долго занимать его. Я, понятно, невольно стал проявлять беспокойство.

— Нет, нет, не торопитесь, мы с вами не виделись с 1937 г., и мне кажется, не все еще высказали друг другу. Я очень часто вспоминаю вашу деятельность по 1933—1937 гг. Я не раз интересовался вами и как-то однажды даже спросил на одном из совещаний — не знает ли кто, куда исчез Ощепков? И только случай снова свел меня с вами. У меня к вам тоже есть просьба.

В дальнейшей беседе Сергей Иванович рассказал, что под председательством академика Б. А. Введенского в Академии наук СССР работает Комиссия по подготовке предложений о создании в системе Академии наук специального Института по радиотехнике и электронике. Комиссия должна определить основные задачи, профиль и структуру института. При этом он особо отметил, что дело это очень важное, так как проблемы радиоэлектроники в ближайшие годы в развитии техники, промышленности, в развитии всей страны должны будут занимать одно из ведущих мест. Существующий же уровень электровакуумных и радиотехнических лабораторий в Академии наук отстает от требований времени. Необходимо срочно исправить это положение. Но тут есть две опасности, заметил Сергей Иванович: нам нельзя отрываться от насущных, конкретно предъявляемых промышленностью задач, но нельзя и опускаться до узкого практицизма. То и другое будет вредно для настоящей науки.

Обращаясь ко мне, он сказал:

— А не включиться ли вам в эту работу? У вас всегда есть свежие мысли, да и практику эксперимента вы хорошо знаете. Я бы очень просил вас дать свои предложения.

Я ответил, что мне очень трудно будет это сделать, так как за десяток лет я очень сильно отстал от жизни и поэтому, вероятно, не оправдаю надежд.

— Нет, нет, и не скромничайте. Я настойчиво буду просить вас это сделать. Не стесняйтесь себя никакими условиями. Вообразите, что вы начинаете с нуля, с закладки первого кирпича в фундамент института. Что бы вы стали делать в этом институте?

Отступать было нельзя. Сергей Иванович дал понять, что и те идеи, с которыми я пришел к нему, могли бы получить должное развитие в этом новом институте.

Не найдя больше мотивов для отказа, я сказал ему:

— Могу ли я включить в число проблем, решаемых институтом, и такие проблемы, о которых я даже стесняюсь пока говорить вам, которые многим могут показаться необычными, диковинными и, может быть, даже неправомерными? Я знаю, что вы изучаете люминесцентные явления и особенно явление Стокса и антистокс. В случае антистоксовского процесса энергетический коэффициент полезного действия больше единицы. Это меня тоже интересует, и главным образом с точки зрения транспорта (переноса) энергии движущимся электроном на границе двух химически разнородных металлов (проводников).

— Что ж, мы можем вернуться и к этому вопросу. Явления природы — это прежде всего изменения форм энергии. Я не считаю, правда, что при антистоксе имеет место нарушение второго закона термодинамики. Однако надо заметить, что, хотя количество выводов термодинамики огромно, они безошибочны только для явлений средних масштабов. Повторяю еще раз — не стесняйтесь себя никакими условиями.

С этим напутствием я и вышел от Сергея Ивановича, унося о нем память как об исключительно прозорливом ученом, об ученом-марксисте, чутком наставнике и друге всего нового.

Будучи беспартийным, он от природы был диалектиком и очень хорошо знал историю развития естествознания. Мастерски владея данными современной физики, он

не раз выступал в печати с показом торжества материалистической диалектики и триумфа философских идей Ленина в современной науке.

Навсегда запомнились его слова о том, что хотя «советские физики в своей работе, безусловно, основываются на философии диалектического материализма, но нельзя закрывать глаза на то, что у некоторых наших физиков и до сих пор сохраняются идеалистические пережитки, поддерживаемые главным образом некритическим восприятием физической литературы капиталистических стран».

Про себя я подумал: «Как было бы важно знать и помнить об этом многим и многим нашим молодым научным работникам».

В ПРЕЗИДИУМЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Через некоторое время я был приглашен к академику Александру Васильевичу Топчиеву (в то время главному ученому секретарю президиума Академии наук СССР) и получил от него официальную просьбу дать свои предложения о направлении, структуре и задачах Института радиотехники и электроники, предполагаемого к созданию в системе Академии наук СССР.

Просьбу эту я выполнил приблизительно в июне 1951 г., представив в президиум Академии наук СССР соображения о структуре и направлениях работы Института радиоэлектроники Академии наук СССР. К сожалению, Сергея Ивановича к этому времени уже не было в живых — страна потеряла столь видного и преданного делу ученого.

Вице-президент Академии наук СССР академик Иван Павлович Бардин направил мой доклад на заключение к некоторым наиболее известным специалистам по электронике и вакуумной технике.

Могу сказать, что, не только к моему удовлетворению, но в известной мере и к удивлению, первые отзывы на этот материал были более чем положительные. Я не увидел в них каких-либо серьезных критических замечаний, но зато нашел полную поддержку. Вот для примера один из таких отзывов — отзыв академика, тогда члена-корреспондента Академии наук СССР, Сергея Аркадьевича Векшинского:

*«Вице-президенту Академии наук СССР
академику БАРДИНУ И. П.»*

По Вашему поручению мною рассмотрены предложения, представленные П. К. Ощепковым, о разработке новых направлений технической электроники и радиотехники в научных учреждениях Академии наук СССР.

По моему мнению, задачи и направления, сформулированные П. К. Ощепковым, заслуживают самой срочной и энергичной реализации.

Однако мне ясно, что в существующих институтах и лабораториях Академии наук СССР попытка решить поставленные П. К. Ощепковым практические и научные задачи была бы беспочвенна.

Предложения П. К. Ощепкова по сути своей направлены не на развитие и углубление уже существующих в науке и технике направлений, а на создание совершенно нового, я бы сказал, противоположного нынешнему. По ширине замыслов осуществление такой задачи потребовало бы целеустремленной работы большого коллектива научных и инженерных работников в течение пяти—семи лет при наличии очень богато оснащенной технической и лабораторной базы.

Насколько мне известно, в составе Академии наук СССР нет ни одной радиотехнической и электровакуумной лаборатории, оснащение которой хотя бы приблизилось к уровню оснащения подобных лабораторий в промышленности.

Принятие Академией наук СССР разработки отдельных частных вопросов, связанных с задачами, поставленными П. К. Ощепковым, не может заменить собой решения основной большой задачи.

По моему мнению, для решения задач такого масштаба, как предложенные П. К. Ощепковым, должны создаваться специальные крупные научно-технические учреждения.

Я полагаю, что Академия наук СССР не может пройти мимо предложений П. К. Ощепкова, и для выяснения правильного решения и полной оценки значения идей товарища Ощепкова следовало бы поручить Радиосовету совместно с отделением физико-математических наук заслушать и обсудить основные положения товарища Ощепкова и очертить контуры того учреждения, которое могло бы принять на себя решение задачи подобного масштаба.

*Член-корреспондент Академии наук СССР
С. А. ВЕКШИНСКИЙ.
Ноябрь 1951 г.»*

Надо думать, что и это письмо повлияло на то, что И. П. Бардин стал больше интересоваться судьбой нашей лаборатории.

Правда, сведения о ней он пополнял и по докладам председателя одной из секций при президиуме Академии наук Александра Евстратовича Брыкина, который неоднократно бывал в нашей лаборатории, знал ее, помогал ее развитию и, конечно, мог дать ей исчерпывающую и объективную характеристику. Ряд работ в лаборатории был поставлен именно по инициативе А. Е. Брыкина.

ВСТРЕЧИ С АКАДЕМИКОМ И. П. БАРДИНЫМ

С Иваном Павловичем Бардиным меня связывает очень многое. Коллектив лаборатории обязан ему за поддержку ряда начинаний, за постоянную помощь в становлении и развитии лаборатории. Боюсь, что не сумею выразить всю теплоту наших чувств, все уважение к его светлой памяти. Долг наш — доказать делами, что мы достойны были его поддержки. Забегая несколько вперед, скажу, что то новое в науке и технике, что стало известно теперь под общим названием **интроскопия**, зародилось в стенах института, которым руководил Иван Павлович Бардин. Он удивительно зорко видел всхожесть научных зерен тогда, когда другие еще ничего не видели.

В конце 1953 г. Иван Павлович Бардин пригласил меня к себе, в президиум Академии наук СССР. По всему было видно, что он имел желание познакомиться со мной. Многие считают, что он был очень суров в общении с людьми. Таким на первый взгляд он представился и мне. Но уже через несколько минут после начала разговора я почувствовал, что передо мной очень чуткий и внимательный руководитель. Не могу сказать, что умею распознать человека с первого взгляда. Но в данном случае я очень скоро понял, что Бардин не узкий специалист в какой-то одной, отдельно взятой области техники, а человек большой культуры, с широким государственным кругозором. По всем его вопросам и замечаниям чувствовалось, что он интересуется судьбой нашей лаборатории не только как директор Института металлургии, которым он также руководил тогда, но и как человек, которому партия и правительство доверили руководить наукой в нашем государстве. По подходу к делу, к решению вопросов, на первый взгляд казавшихся незначительными, что-то неудовимое роднило И. П. Бардина с государственными деятелями периода первых пятилеток. Я имею в виду В. В. Куйбышева, С. М. Кирова, С. Орджоникидзе и других.

Страна знает И. П. Бардина как талантливого металлурга, большого и смелого инженера-организатора, под руководством которого восстанавливались многие металлургические заводы юга нашей страны после гражданской войны. Его имя неразрывно связано со

Высказываясь от имени лаборатории
тов П. К. Оценкова.

Основное значение от удачных сочетаний
новаторства в области научно-технических
идей с новыми путями технологического
развития в Уральской металлургии.
«Сверхтепловые» и «тепла» обещают себе
богатые успехи не только в оптике и акустике,
но и в радиотехнике, а также в химии.
Удачные сочетания новых идей и методов
исследований в области оптики создаст условия
в возможности расширить до глубины
успех и на металлургии, на металлургии
и даже на механических свойствах сталей.

Качество новых идей вымыслимых и осу-
ществляемых в Лаборатории тов Оценкова
вызывает восхищение и крайнее
желание увидеть их развитие. Не сомневаясь
что они омолодят не только оптику и
акустику, но и станут основой исследования
развития новых областей
техники.

Продолжая уже работающую
самой высокой оценки и поощрения

Секретарь Лаборатории
28 марта 1953

Отзыв академика А. Ф. Иоффе о посещении лаборатории
П. К. Оценкова

строительством новой Урало-Кузнецкой металлургиче-
ской базы. Результаты его неутомимых трудов, его
неписанные «диссертации» в виде заводов истроек, рас-
сеянных по нашей стране, всем были хорошо известны,

и он заслуженно пользовался любовью и уважением народа. Он стал академиком сразу из инженеров, минуя все промежуточные звания и степени, а затем партия и правительство поставили его одним из руководителей самого большого в нашей стране научного учреждения — Академии наук СССР.

Иван Павлович всегда умел найти те простые слова, которые сразу сближают собеседников, делают встречу простой и непринужденной. Какое это хорошее качество, особенно для людей, облеченных властью!

Потом, работая под его непосредственным руководством, я не раз и не два встречался и беседовал с ним, и мое мнение о нем только укреплялось.

Возвращаюсь к нашей первой встрече. Хочется подробнее остановиться на ней.

Встретил он меня такими словами:

— Я думал, вы пожилой человек. А вы, оказывается, еще юноша!

Я ответил, что это не совсем так.

— Юношеские годы уже в прошлом, мне сейчас сорок пять лет. Но если не ссылаться на метрики, то я, пожалуй, ровесник вам.

— Ну это вы уж оставьте. Мне выпало счастье работать над актуальнейшими проблемами современного научно-технического прогресса. А это, как известно, делает жизнь и более интересной, и более содержательной. Прав, тысячу раз прав Сенека, который писал, что жизнь надо ценить не за длину, а за содержание.

— Что верно, то верно. Надо всегда уметь прожить содержательно то время, которое отвела нам природа. Думаю, что приведенные вами слова вполне согласуются с тем, что писал, к слову, Абрам Федорович Иоффе после посещения вашей лаборатории. Вот что он писал тогда:

ВПЕЧАТЛЕНИЯ ОТ ПОСЕЩЕНИЯ ЛАБОРАТОРИИ ТОВ. П. К. ОЩЕПКОВА

Основное впечатление — это удачное сочетание новаторства в области научно-технических идей с новыми путями технологического разрешения встречающихся трудностей.

«Сверхрегенерация» и «отсечка» обещают самые богатые выходы не только в оптику и акустику, но и в радиотехнику, откуда они произошли. Удачное использование нелинейных характеристик в об-

ласти оптики создает уверенность в возможности распространить достигнутый успех и на полупроводники, на магниты и даже на механические свойства тел.

Количество новых идей, возникших и осуществленных в лаборатории тов. Ощепкова, вызывает восхищение и настойчивое желание увидеть их развитие. Не сомневаюсь, что они оплодотворят не только оптику и электронику, но и сделаются исходным пунктом развития новых областей техники.

Проделанная уже работа заслуживает самой высокой оценки и поощрения.

28 марта 1953 г.

Академик А. Ф. ИОФФЕ.

Я ответил:

— Да, я знаю об этом документе. Абрам Федорович бывал в нашей лаборатории. Меня с ним связывает старая дружба, основанная на совместных поисках и, если не быть излишне скромным, на некоторых совместных достижениях. Однако я считаю, что в данном случае Абрам Федорович перехвалил нас.

Немного подумав, Иван Павлович сказал:

— Дело это сложное — что перехвалить, а что недохвалить. Часто мы за новым не хотим признать права на жизнь. Среди ученых есть два типа: одни радуются всякому успеху в их области и поощряют его, другие, наоборот, порицают все, что делают не они в их области, и считают правыми только себя. Абрам Федорович, видимо, не принадлежит к числу последних. Это очень хорошо, когда крупный ученый отдает свой авторитет на поддержку нового. Время вынесет свое окончательное суждение.

Продолжая дальше разговор, Иван Павлович сослался и на Алексея Васильевича Улитовского, создателя оригинальных методов прокатки жидкого чугуна, автора процессов получения тончайших микропроволок непосредственно из жидкого металла, пионера многих начинаний в прикладной физике.

— Кстати, откуда вы его знаете?

Я ответил, что бывал у него еще в 1933—1936 гг., когда он руководил Институтом прикладной физики при Ленинградском государственном университете. Мне пришлось в свое время лично познакомиться с ним в связи с одним заданием заместителя наркома обороны, и я рад, что судьба свела меня тогда с таким интересным человеком. В А. В. Улитовском мне больше всего

нравится его подход к решению новых задач. Он внимательно изучает иностранный опыт, но никогда не оглядывается. Наоборот, он всегда стремится найти такие пути, которые давали бы возможность опередить западные страны, а не быть в положении догоняющих. В его решениях всегда видны смелость и оригинальность мысли.

— Очень хорошо, что вы знакомы друг с другом. Я его отношу к «пчелкам» в науке.

Я удивился: что это еще за «пчелки» в науке?

— Еще Фрэнсис Бэкон разделял ученых на три вида. Первый — это «пауки». Тип отрицательный. Они ткнут паутину, в которой сами сидят и запутывают других. Второй тип — это «муравьи». Это тоже отрицательный тип. Их много, они мешают друг другу и ничего полезного не дают. Третий тип — «пчелки» — это положительный тип. Они много работают и, собирая по крупице научный мед, обеспечивают пищей творчество других. Алексей Васильевич рекомендовал мне побывать у вас в лаборатории. Я хочу поехать и посмотреть, что вы за «пчелки».

Я ответил, что все мы были бы очень рады увидеть его в лаборатории.

Очень скоро И. П. Бардин приехал в лабораторию, которая в то время помещалась по Огородному переулку, дом 4. Он пробыл у нас очень долго, внимательно осмотрел все. Ему особенно понравился только что разработанный метод фазово-динамического испарения металлов и сплавов, который давал возможность испарять сложные, многокомпонентные системы и получать на конденсате пленки того же состава. Кроме того, этот метод по принципу действия непрерывный и поэтому может обеспечить испарение практически любого количества металла, тогда как все предыдущие методы имели дело только с небольшими навесками и не позволяли испарять сложные вещества.

Тогда еще не было ясно, насколько метод перспективен, в то время он имел только одно конкретное назначение. Однако это не помешало Ивану Павловичу увидеть перспективу его развития для пленочной техники.

С тех пор прошло каких-нибудь десять — двенадцать лет, и мы хорошо узнали, какое значение имеют металлические и полупроводниковые пленочные системы в

современной термо- и радиоэлектронике. Метод, о котором здесь говорится, играет в них далеко не последнюю роль. Он получил развитие особенно в связи с применением для этой цели электронно-лучевого нагрева металлов.

Я подробно рассказал И. П. Бардину, с какой заманчивой перспективой в области энергетики мы связываем пленочные системы. Это вызвало у него еще больший интерес к нашей лаборатории, он стал еще внимательнее осматривать наши экспериментальные установки.

Иван Павлович был не только выдающимся инженером, создателем крупных металлургических предприятий, организатором большой металлургической науки, но и человеком, способным заглядывать в будущее. К нему можно отнести слова Циолковского: «Немногие имеют смелость поддерживать новые идеи. Но это очень драгоценное свойство таких людей».

Не буду здесь излагать всех последующих деловых отношений с Иваном Павловичем Бардиным. Скажу лишь, что по его ходатайству и при поддержке Маршала Советского Союза Георгия Константиновича Жукова в 1954 г. руководимая мною лаборатория была переведена в систему Академии наук СССР, и с тех пор до конца дней жизни И. П. Бардина (он умер в 1960 г.) я работал под его непосредственным общим руководством. Рамки этой книги не позволяют подробно остановиться на помощи, которую неоднократно оказывал мне Георгий Константинович. Скажу лишь, что помощь приходила именно тогда, когда она была жизненно необходима. Это были светлые годы для нашего коллектива.

Для меня все встречи с Иваном Павловичем памятливы. Но я расскажу здесь еще об одной из них, которая, думается, прибавит очень яркий штрих к его портрету.

Было это в конце 1959 г. Иван Павлович находился в длительной командировке в Сибири. Случай, о котором я поведаю, застал его в Новокузнецке на металлургическом комбинате.

В это время совершенно неожиданно для многих из нас в печати появилась статья, направленная против одной из гипотез, а также против ряда сотрудников нашей лаборатории и против меня лично. Статья была в полном смысле обескураживающая, так как те, кто писал

ее, по-видимому, не имели представления, о чем они пишут. Но так или иначе статья была напечатана, и, как говорится, что написано пером, того не вырубишь топором. Тем более, что подписали ее три видных академика.

Вернувшись из командировки, Иван Павлович, не заходя к себе в кабинет, пришел прямо к нам в лабораторию и первое, что сделал, передал мне свой дневник.

— Вот прочтите. Это вам будет очень полезно. Как здоровье, как нервы? Будьте твердыми. Защищайте правое дело, не оглядывайтесь ни на кого.

Открываю первую страницу дневника и читаю:

«Правда наружу выйдет, говорят на Урале старики. Помните это и не смущайтесь окружающей вас ложью».

Эти строки были записаны Иваном Павловичем в связи с ложными обвинениями, выдвинутыми в свое время против члена-корреспондента Академии наук СССР Г. Е. Грум-Гржимайло, которого он очень хорошо знал. Видимо интуитивно чувствуя, что здесь тоже что-то подобное, он и решил обратить мое внимание на них.

Иван Павлович любил вникать во все детали рассматриваемого вопроса. И на этот раз он поинтересовался сущностью возникшего спора, если это можно было назвать спором, так как «спорила» фактически только одна сторона.

— Да. Большая, большая лужа,— сказал он.— Время покажет, кто в нее сядет.

Я сказал, что речь идет об очень существенном в науке. Чтобы понять это, надо критически отнестись к укоренившимся взглядам, фактам, суждениям. Иначе невозможно взглянуть на вещи открытыми глазами, без предвзятости.

— Что же, это не вы одни так рассуждаете. Вот почитайте.— И он перелистывает несколько страниц дневника.

«Луи де Бройль.— История науки показывает, что прогресс науки постоянно сковывался тираническим влиянием определенных концепций, когда их начинали рассматривать в виде догм. По этой причине необходимо периодически подвергать глубокому исследованию принципы, которые стали приниматься без обсуждения».

Как это верно сказано!

Переворачиваю страницу за страницей этого небольшого дневника и вижу запись:

«Циолковский, Циолковский...»

Спрашиваю Ивана Павловича:

— Что вы имели в виду, делая такую пометку о Циолковском? Я очень многое читал и изучал из творчества Циолковского, но не припомню, чтобы он по этому поводу как-нибудь высказывался.

— Вы с Иваном Исидоровичем Гваем действительно многое подняли из того, что не было известно о Циолковском. Вы открыли нам второго Циолковского — он предстал перед нами теперь не только как великий изобретатель, но и как большой мыслитель. Борис Николаевич Меншуткин тоже в свое время открыл нам второго Ломоносова. До него никто не знал его таким, каким мы знаем его теперь. Но вы, наверное, больше сидели по архивам и искали неопубликованное. А мне как-то попала в руки одна любопытная его брошюрка. Она называлась, кажется, «История моего дирижабля», или что-то в этом роде. Я обязательно пришлю вам ее.

И через несколько дней он действительно прислал мне эту работу Циолковского со своими личными пометками. Вот что он подчеркнул в предисловии к этой книжечке:

«Человек, предлагающий обществу изобретение, встречается с целой армией рутинеров... Фультон предлагает Директории свое изобретение, его не слушают... и такие научные величины, как Лаплас, Монж и Вольней, ставят над Фултоном и его идеями могильный крест, а Бонапарт лишает великого изобретателя своей протекции... Араго совершил такую же ошибку, как Лаплас и Наполеон: знаменитый астроном отрицал железные дороги... Вспомним затем, например, мытарства по кабинетам ученых и по департаментам великого Морзе, знаменитого Эдисона, вспомним гонения ученой касты на Ломоносова, «великого недоучку» Галилея, кошмарную трагедию Роберта Майера, вспомним Дженнера и поведение его противников — ученых врачей, великомученика от науки Петра Рамуса, затравленного кастой творца эволюционной теории Ламарка, и т. п.

История показывала, что все эти замученные Фултону, Морзе, Майеры и пр. и пр. были правы, что истина была на их стороне и что противники, зачастую люди просвещенные и даже великие (Лаплас, Араго и др.), либо заблуждались, либо были просто негодьями (например, палачи Р. Майера, убийцы Рамуса), которым

более пристало имя не «рыцарей турнира», а «рыцарей большой дороги», исповедующих кулачнос право»¹.

Прочитав все это, я еще раз убедился, как близко к сердцу принимал Иван Павлович историю со статьей. Он, видимо, переживал ее не в меньшей степени, чем мы. Большая человечность, чуткое отношение к людям в трудную минуту навсегда оставили самое прекрасное воспоминание об И. П. Бардине.

В разговоре с Иваном Павловичем я вынужден был напомнить ему, что события, о которых идет речь в последнее время, рассматриваются как сенсация, в основе которой лежит якобы неправдоподобие.

— А скажите, пожалуйста, появлялось ли в жизни что-нибудь значительное, что воспринималось бы первоначально не как сенсация? Я очень хорошо помню, как поднялся у нас впервые на аэроплане Уточкин, и всего-то на несколько метров от земли, а какая это была сенсация! А братья Райт, которые сами сконструировали, сами смастерили и сами же первыми поднялись в воздух на самолете? Они ведь не были какими-нибудь маститыми учеными, а всего лишь велосипедными мастерами. Они-то именно разрешили тот спор, который в академиях годами велся на эту тему. Действительный член Французской академии наук Лоланд, например, категорически утверждал, что летать на аппаратах тяжелее воздуха принципиально нельзя. Что было бы с авиацией, если бы братья Райт или наш Можайский поверили этим заявлениям? Сами представляете — никакой авиации у нас теперь не было бы. Слово «сенсация» меня не удивляет и из равновесия не выводит, как некоторых.

— Все это верно, Иван Павлович. Но в наши дни не модно ссылаться на исторические примеры. Ученый мир говорит, что наука достигла таких высот, что она теперь никогда не ошибается, особенно в оценке фактов. Теперь вроде как бы все и всегда ложится на заранее предсказываемое ею место.

— Что верно, то верно. Науки достигли теперь большого совершенства. Но они и сузились, стали более дифференцированными, а это часто ведет к тому, что многие общие их основы стали приниматься без обсуждения, на веру. Возьмите, к примеру, теорию относительности.

¹ Из предисловия к книге К. Э. Циолковского «История моего дирижабля». М., 1924, с. 1—2.

Теперь нет, пожалуй, ни одного ученого, который не считал бы за честь хоть как-нибудь сослаться в своей работе на эту теорию, привести одну, две фразы из нее или какую-либо формулу. А ведь на моих глазах третировалась и она, и ее создатель — цюрихский конторщик. Многие немецкие ученые, и в их числе такие видные, как Штарк, Ленард, Гэде и другие, устраивали публичные собрания против теории относительности и, разумеется, против ее создателя — Эйнштейна. Тут было все: и обвинение в измене германской нации, и обвинение в спекулятивных измышлениях, позорящих немецкую науку. Эйнштейну пришлось одно время даже скрываться в Англии у одного из своих почитателей. Вот до какой степени была накалена обстановка.

А затем, каких-нибудь 10—12 лет спустя, то же самое немецкое физическое общество уже присуждало золотые медали, носящие имя Эйнштейна, за лучшие работы по физике. В частности, в 1932 г. такая медаль была присуждена Планку. Вот вам и сенсация, вот вам и цюрихский конторщик! Так уж заведено. Профессионалы обычно с недоверием относятся ко всему из ряда вон выходящему в их области. И в этом случае одно из решающих новых направлений в науке появилось не при поддержке со стороны тех, от кого ее следовало бы ожидать в первую очередь, а вопреки им. Да мало ли таких примеров!

Но надо сказать, что и Эйнштейн не остался в долгу перед скептиками. Как-то раз его спросили, как делаются великие открытия или изобретения, изменяющие мир. Он подумал немного и ответил:

— Очень просто. Все знают, что этого сделать нельзя. Но находится один невежда, который этого не знает, он-то и делает открытие.

Это, конечно, сильно утрировано, но доля истины здесь есть. Эйнштейн знал, что говорил. Самое страшное для ученого — превратиться в масона. Помнить надо, что и практику и теорию мы воспринимаем сообразно времени. Ум человеческий жаден от природы. Он не может ни остановиться, ни пребывать в покое, он порывается все дальше и дальше.

Эту интереснейшую беседу с Иваном Павловичем — она состоялась 7 января 1960 г. — скоро пришлось прервать: ему надо было ехать на заседание в Госплан СССР. Он встал из-за стола и направился к выходу.

Я помог накинуть ему на плечи меховое пальто, и он вышел из кабинета. Мог ли я знать тогда, что прощаюсь с ним навеки? Казалось, ничто не предвещало конца. Как всегда, он был полон творческих сил и больших замыслов в своей любимой области — металлургии. Но в тот же вечер, буквально через несколько часов, оборвалась его кипучая жизнь. Он умер во время заседания, после только что произнесенной речи.

Страна потеряла в этот вечер не только одного из своих талантливейших металлургов, но и человека с исключительно глубоким и широким мышлением. Его ум всегда был настроен на государственное понимание любого возникавшего вопроса. Таким я его знал. Таким он и остался в памяти на всю жизнь.

Беседы и встречи с Иваном Павловичем могли бы послужить материалом для книги о нем. Может быть, кто-нибудь и возьмется за такой труд. Его лучше всего могли бы сделать, по-видимому, люди его специальности. Мне же кажется, что и приведенных здесь строк достаточно для того, чтобы показать, почему встречи с такими людьми остаются неизгладимыми, незабываемыми.

ВСТРЕЧИ С Г. М. КРЖИЖАНОВСКИМ И С А. Ф. ИОФФЕ

Хочу рассказать еще об одной встрече, которая по характеру является как бы продолжением разговора с Иваном Павловичем Бардиным, хотя по времени она произошла несколько раньше.

Впервые я встретился с Глебом Максимилиановичем Кржижановским еще в 1931 г., когда после окончания института был назначен работать в Энергоцентр СССР, который возглавлял тогда Глеб Максимилианович. Но сейчас я расскажу не об этой встрече, а о более поздней.

В начале 50-х годов вместе с товарищами по работе мне довелось вновь встретиться с Кржижановским. Беседа касалась волновавших меня тогда вопросов использования естественных процессов круговорота энергии в природе. Как выяснилось потом, Глеб Максимилианович также интересовался этими вопросами, называя процессы эти аккумулярованием энергии. Было условлено, что сотрудники его института (он руководил тогда Энерге-

тическим институтом Академии наук СССР) просмотрят одну из наших работ и дадут по ней свое заключение. Однако мнение первого же рецензента сильно разошлось не только с нашим, но и с точкой зрения Глеба Максимилиановича. В связи с этим мне пришлось вновь искать с ним встречи.

Глеб Максимилианович был в очень хорошем расположении духа и много шутил. Будучи от природы поэтом, он как-то возвышенно, как-то одухотворенно говорил о технике, о науке. Чувствовалось, что к науке он относится как к высшей форме искусства. Настроившись на такой лад, я ему сказал:

— Глеб Максимилианович, без мечты мы не можем жить и в науке. Если бы художник, мечтающий создать полотно, не видел в воображении окончательного результата своего творения, он не смог бы создать художественного произведения. Его творчество ничем не отличалось бы от работы маляра. Если бы композитор не слышал в своем сознании той симфонии или той мелодии, которую он только еще собирается написать на нотной бумаге, он не смог бы создать настоящего музыкального произведения. А ученый, а исследователь, творец нового? Разве он, делая расчет, создавая машину, проводя исследования, не уподобляется художнику, музыканту, который пишет картину или ноты несуществующего еще произведения? Да иначе и быть не может. Мы сначала воображаем тот или иной ход мыслей, видим мысленно результат своего труда и только после этого начинаем трудиться во имя осуществления своей мечты. В этом мы родня работникам искусства.

— Вы вот говорите, что работники науки сродни работникам искусства. Я вам скажу, что и работники искусства родня нам, работникам науки, и по своим осечкам. Не так давно здесь, у нас в коллективе, отмечали мое семидесятилетие. Был у нас на вечере один очень известный наш певец. Друзья мои попросили его спеть революционную песню «Варшавянка».

— Ну, он, наверное, отлично спел для вас, тем более что вы автор этой песни.

— Да нет же... В том-то и дело, что он не спел: он сказал, что не знает этой песни!

— Но ведь эту песню в семнадцатом году пела вся революционная молодежь России. Эту песню, как из-

вестно, очень любил напевать Ильич. Не мог же, в самом деле, не знать эту песню знаменитый певец!

— А вот представьте себе, оказывается, не знал. Так вот и среди ученых. Даже у очень крупных ученых бывают пробелы. Они тоже не избавлены от осечек, ученые тоже не все свои «песни» знают. Так что не считайте, будто они непогрешимы.

Есть, на мой взгляд, и более важное сходство между работниками науки и искусства. Все истинно великие художники и творцы науки, композиторы и ваятели, несмотря на свое портретное различие, похожи друг на друга. Сходство их состоит в том, что каждый из них, создавая свое, новое, неповторимое, ломал и должен был ломать установившиеся каноны.

Если вы уверены в правильности своих предположений, расчетов, настойчиво добивайтесь их осуществления. Новое потому и ново, что оно не всем известно. Требуется время для того, чтобы оно стало общепризнанным.

Заканчивая главу о незабываемых встречах с советскими учеными, я был бы несправедлив к памяти Абрама Федоровича Иоффе, не рассказав хотя бы кратко еще о нескольких встречах с ним. Мне пришлось длительное время работать с Абрамом Федоровичем, и, как он сам неоднократно говорил, нас связывало с ним многое.

Академик Абрам Федорович Иоффе после Октябрьской революции одним из первых включился в строительство советской науки. Он был хорошим организатором. Под его непосредственным руководством работал первый в стране Физико-технический институт в Ленинграде. Из стен этого института вышла целая плеяда советских ученых. Из этого же института также вышла, если можно так выразиться, большая ассоциация новых научных учреждений (Украинский, Томский, Свердловский физико-технические институты и др.). Круг интересов Абрама Федоровича был обширным. Это видно хотя бы из того, что им создан Ленинградский физико-агрономический институт, Ташкентский гелиоинститут и др.

Едва ли кто стал бы отрицать, что знакомство и тем более дружба с таким замечательным человеком уже сами по себе есть счастье. Другого мнения тут, я думаю, и быть не может.

Мне приходилось беседовать с Абрамом Федоровичем

не только о текущих наших делах и вопросах, связанных с разработкой в то время далеко идущих идей на основе использования электромагнитных волн для обнаружения летящих объектов в пространстве, но и о многих других проблемах. Больше всего привлекало меня в нем то, что он умел, не отрываясь от решения текущих, самых конкретных дел и задач, заглядывать в завтрашний день развития их. Это, мне кажется, должно быть одним из самых ценных качеств любого творческого работника.

Конечно, нас разделяли тогда и возраст и положение. Но он умел ценить даже самый небольшой вклад в общее дело, если только он вел к решению поставленной проблемы. Чтобы не быть голословным, приведу лишь только один пример на этот счет. На специальном сборнике, выпущенном Академией наук СССР в 1950 г. ко дню его семидесятилетия, он написал мне:

«Дорогому Павлу Ковдратьевичу Ощепкову
на память об общих творческих исканиях
и достижениях от А. ИОФФЕ. 25. XI. 50».

Я думаю, что эти слова были написаны им не столько в отражение моих скромных заслуг, сколько в качестве поддержки на будущее. В этом его характернейшая черта. Тактичная поддержка молодых ученых — это очень драгоценное качество крупного ученого. И я доволен, что мне посчастливилось знать А. Ф. Иоффе и иметь с ним общие достижения.

В предыдущей главе я довольно подробно осветил встречи с ним в связи с открытием радиолокации. Мы много раз и подолгу обсуждали вопросы развития техники радиобнаружения. Договор на проведение работ в Физико-техническом институте формально был заключен только осенью 1935 г., т. е. тогда, когда принципиальные опыты были уже проведены. Было решено организовать в этом институте группу Д. А. Рожанского. Однако участие Абрама Федоровича не ограничивалось формальными связями. После упомянутого совещания, состоявшегося 16 января 1934 г., Абрам Федорович неизменно проявлял интерес к нашей работе и всегда оказывал необходимую помощь. В 1935 г. он решил подключить к этой работе и руководимый им институт. В группу Д. А. Рожанского вошли также Ю. Б. Кобзарев (ныне академик), П. А. Погорелко, Н. Я. Чернецов и другие.

Вспоминая еще раз все эти встречи, не хочу повторяться и излагать то, что уже было сказано в главе «История одного открытия». Я хочу рассказать здесь только о тех наших беседах, которые поучительны в несколько ином плане — в смысле критического отношения к ортодоксальным утверждениям в науке.

Абрам Федорович сам был смелым в своих исследованиях и мог бы, наверное, многое рассказать о том, как менялись порой его взгляды на результаты его собственных работ. Но мне особенно запомнились его полупуштливые рассказы в 30-е годы о встречах с такими видными деятелями науки, как Лоренц и Рентген. С Лоренцем он неоднократно беседовал, а с Рентгеном даже работал довольно длительное время. То, что я сейчас приведу из этих рассказов, является, таким образом, как бы ретрансляцией. Кажется, что это будет небезынтересно многим нашим молодым исследователям, особенно работающим в области электроники.

— Сегодня, излагая электромагнитную теорию, я утверждаю, — говорил Лоренц в беседе с Иоффе, — что движущийся по криволинейной орбите электрон излучает энергию, а завтра в той же аудитории я говорю, что электрон, вращаясь вокруг ядра, не теряет энергии. Где же истина, если о ней можно делать такие взаимоисключающие утверждения? Способны ли мы вообще узнать истину, и имеет ли смысл заниматься наукой? Я потерял уверенность, что моя научная работа вела к объективной истине, и я не знаю, зачем жил; жалею только, что не умер пять лет назад, когда все представлялось мне ясным.

Мы все знаем, как много сделал Лоренц для науки. Но из этого высказывания видно, как он порой терзался выявлявшимися несоответствиями в ней. Мир бесконечен как в сторону необозримых просторов Вселенной, так и в сторону микровеличин, и наши знания периодически будут проявлять свое несовершенство. И это вполне закономерно. Именно эта-то закономерность и двигает науку вперед больше, чем что-либо другое.

В течение каких-нибудь 50—60 лет, т. е. на протяжении всего лишь одного человеческого поколения, мир не только познал электроны, но и стал широко пользоваться ими. Электроника стала одной из популярнейших наук. А вот в институте Рентгена, даже после открытия рентгеновских лучей, природа которых, как мы

знаем теперь, тесно связана с взаимодействием электронов с атомами вещества, строжайше запрещалось произносить слово «электрон». Всякий, кто произносил или пользовался этим термином в своей работе, рисковал заслужить немилость самого Рентгена. Рентген не признавал электронов не только из вражды к Ленарду, он считал, что слово «электрон» лишь понятие, лишенное содержания.

Теперь мы все хорошо знаем, как глубоко ошибался Рентген, не признавая за электронами права на жизнь. И именно Рентгеновы лучи дали нам возможность узнать электронную структуру атомов, да и сами они являются продуктом электронного удара о поверхность кристаллической решетки металла. Но в то время Рентгену все представлялось, по-видимому, по-другому.

Рассказывая об этих курьезах, Иоффе делал это, конечно, не из праздных побуждений. Он хотел укрепить во мне веру в то, что в науке непрерывно идет смена одних представлений другими. Для меня, тогда молодого специалиста, это было особенно важно, так как идея радиолокации в то время встречала еще изрядное сопротивление, главным образом тех, кто, казалось бы, первым и всей душой должен был поддержать ее. Я имею в виду в первую очередь радиоспециалистов, работавших в области связи.

Теперь все эти тревожения позади. Теперь любой школьник знает, что такое радиолокация. Но разве не могут встретиться подобные ситуации при постановке других проблем и при других обстоятельствах? Конечно, могут.

Абрам Федорович Иоффе любил, заканчивая свои беседы, повторять слова Дж.-Дж. Томсона: «Из всех услуг, какие могут быть оказаны науке, величайшая — введение в ее обиход новых идей».

И это действительно так. Только новые идеи дают наибольшую пищу для размышлений. И, как бы развивая эту мысль, мы не раз говорили с ним о том, что в наших вузовских программах мало внимания уделяется разбору гипотез и предположений. Кому не известно, что мы изучаем в вузах преимущественно только то, что уже давным-давно многократно переписывается из одной книги в другую и таким образом попало в учебники. В ходе преподавания мы мало пользуемся даже журнальными материалами, а ведь из них можно почерп-

нуть сведения, куда более свежие в данной области, чем в учебниках.

Это не значит, конечно, что мы отвергаем учебники. Нет, они нужны. Но в учебные программы надо смелее вводить разбор новых гипотез. Будущим специалистам надо прививать как можно больше практических навыков, но вместе с тем нельзя пребывать в плену узкого практицизма, на базе устаревшего материала. Введение в учебные программы разбора новых идей и гипотез будет будить и развивать у студенчества творческую мысль.

В 1934 г. мы с Абрамом Федоровичем Иоффе написали даже специальное письмо в ЦК ВКП(б) о создании в нашей стране Инженерно-физического института с особой программой (тогда такого института у нас еще не было). Думаю, что и сейчас нелишне заострить внимание на улучшении системы преподавания. Ни в каком деле изменение каноничности не заказано.

С Абрамом Федоровичем нас многое связывало. В 1979 г. в журнале «Изобретатель и рационализатор» № 6 была опубликована его телеграмма, которую он послал мне по случаю моего пятидесятилетия. Вот ее текст:

«Дорогой Павел Кондратьевич! Хочется все же сказать, как я восхищаюсь Вашим ничем не преодолимым стремлением к высотам научной техники, Вашими выдающимися успехами в этом деле. Уверен, что Ваш вклад в построение коммунизма не забудет история. Примите же мою всегдашнюю любовь и пожелания заслуженного Вами всемирного счастья.

Академик ИОФФЕ».

Думается, что в телеграмме кое-что преувеличено, но я воспринял ее как воспитательную. Особенно для меня дороги слова о моем вкладе в построение коммунизма.

ПЯТЬ ПРИНЦИПОВ

Научные открытия редко делаются сразу, обыкновенно первые провозвестники не успевают убедить в истине найденного; однако не должно забывать, что они могут явиться только благодаря труду многих и накопившейся сумме данных.

Д. И. Менделеев

В древности и в средние века науки развивались главным образом в монастырях, одиночками или, во всяком случае, весьма ограниченным кругом лиц. Иначе и быть не могло, так как грамотными в то время были преимущественно монахи. Письменность и грамотность в те времена вообще служили, как известно, в первую очередь религиозным целям, использовались для воспитания в массах слепой веры в бога. Сами же народы на протяжении веков пребывали в постоянном страхе перед всевышней силой и... оставались неграмотными, а о науке массы даже и не слышали.

Первые светские, или, как их называли, мирские, школы в России также создавались по инициативе монастырей и при монастырях.

Но шли годы, и мало-помалу к науке наряду с духовенством стали приобщаться и другие слои населения. Однако еще долго наука не могла стать достоянием широких народных масс, так как они по-прежнему оставались неграмотными

или малограмотными. Наукой продолжали заниматься только избранные.

Великая Октябрьская революция в корне изменила лицо нашей страны. Она же открыла народу дорогу к знаниям.

В нашей стране теперь десятки миллионов людей имеют среднее и высшее образование. Для таких людей судьбы науки, пути прогресса — их кровное дело. Теперь любой молодой человек или девушка, вставшие к сложному станку или аппарату, к вычислительной машине, к пульта управления на атомной электростанции или к штурвалу современного реактивного самолета, обязательно приобщаются к науке и технике. Чтобы управлять сложной техникой, надо много знать.

А в конструкторском бюро, в лаборатории научно-исследовательских институтов, в заводских и колхозных лабораториях и в бесчисленном количестве других производственных предприятий и в учебных заведениях — разве здесь молодежь не приобщается к поискам новых путей, дальнейших, еще более совершенных методов работы? Конечно, приобщается. И молодежь с ее горячим сердцем стремится даже опережать свое время.

«...НЕ ЗА ПЕНЬКОЙ И САЛОМ, А ЗА ИДЕЯМИ, ЗА НАУКОЙ»

Всем ходом событий в нашей стране все быстрее стирается грань между умственным и физическим трудом. Наука, бывшая привилегией избранных, становится наукой народной. Как тут не вспомнить вдохновенные слова великого Н. В. Гоголя: «Наступит, обязательно наступит такое время, когда в Россию нашу будут ездить не за пенькой и салом, а за идеями, за наукой». Мы с гордостью можем теперь сказать: это время уже пришло, оно уже стало нашей действительностью.

И как обидно бывает порой видеть на этом фоне низкопоклонство части нашей научной и технической интеллигенции перед всем заграничным! Те, кто отстал от времени, все еще смотрят на границу как на единственный кладезь научных идей и недоверчиво относятся ко всему самобытному, ко всему рожденному у нас. Они готовы лелеять любую идею, если она заграничная! Мне не раз приходилось слышать от людей, даже занимаю-

щих сравнительно высокие технические и научные посты, такие примерно наставления:

— И зачем это вы, Павел Кондратьевич, нервы себе портите! Все ищете и ищете что-то новое, между тем как мы еще не успеваем делать даже то, что уже создано в мировой технике.

Эти люди, очевидно, хотят подчеркнуть, что «у них», т. е. на Западе, приборы и техника, машины и теория лучше, чем у нас, что нам еще долго придется их догонять.

К счастью, жизнь учит таких людей, преподнося им один предметный урок за другим. Достаточно вспомнить, что идея реактивного полета была развита Кибальчицем и Циолковским задолго до того, как подобные работы появились за рубежом. Именно советский спутник первым прочертил небо Земли. Невидимая сторона Луны впервые была сфотографирована именно с советской ракеты. В космос первым проник советский человек. Теперь, надо полагать, стало поменьше людей, которые с недоверием или пренебрежением относятся к идеям и мыслям, рожденным у нас, а не на Западе, но пока такие люди еще есть, и поэтому о них надо говорить, с ними надо бороться.

Конечно, наша молодежь, воспитанная на великих достижениях талантливейшего советского народа, будет все реже попадать в плен слепого преклонения перед Западом. Она с каждым годом становится все более смелой и зрелой. И она будет прокладывать новые пути в неизвестное.

В связи с этим хочется привести слова, сказанные мне незабвенной памяти Сергеем Мироновичем Кировым при одной из встреч в октябре 1934 г. Слова эти очень кстати сейчас:

«У нас есть теперь уже тысячи, десятки тысяч людей творческого труда, которые на голову выше иностранных специалистов».

Да и как им, действительно, не быть на голову выше иностранных специалистов? Государство предоставляет им не только право, но и реальную возможность учиться, обеспечивает их государственной стипендией, дает огромные материальные ценности для лабораторий. Возьмем нашу Академию наук с ее многочисленными институтами. Где еще в мире есть академия, которая располагала бы ежегодным бюджетом в несколько сот миллионов руб-

лей? Нет таких академий. Нет академий, которые располагали бы такой же армией ученых, инженеров, лаборантов, рабочих и т. п.

Взять для сравнения Английскую академию наук, или, как ее называют, Лондонское королевское общество. У этой академии нет даже такого помещения, своего зала, где могли бы собираться одновременно все ее члены. Для собраний Английская академия наук арендует помещение в каком-нибудь высшем учебном заведении или где-нибудь в другом месте. Нет у нее и институтов, столь крупных, как у нас.

Разве все это сравнимо с тем, что имеем мы? Конечно, нет. Если же говорить о материально-техническом обеспечении проводимых исследований, то можно твердо сказать, что наши ученые, наши новаторы по сравнению с английскими находятся на недосягаемой высоте.

А какое огромное значение имеет наше марксистско-ленинское мировоззрение! Разве можно сравнить в этом отношении нашего, даже молодого специалиста с западным? Как бы знаменит в своей области ни был западный специалист, он все же работает на фирму, и круг его интересов ограничивается прежде всего интересами этой фирмы. Да иначе и быть не может, так как в противном случае фирма просто не будет платить ему денег. А фирма чаще всего живет преходящими интересами. Ее планы определяются только размерами прибыли, конъюнктурой рынка. Она не может жить интересами более или менее далекой перспективы, интересами государства, народа. До таких интересов ей дела нет. Фирмы нередко даже специально «замораживают» новые идеи с тем, чтобы удержать высокие цены на рынке сбыта. Личная выгода, прибыль и только прибыль определяют линию поведения капиталиста, его политику в вопросах развития науки или техники. Нет и не может быть у него других интересов.

Наш советский специалист не ограничен частнособственническими интересами, не стеснен материальными возможностями частнособственнической фирмы. Наша «фирма» — это вся наша страна с ее огромными ресурсами.

У нас талантливый молодой специалист, только что окончивший институт, если он охвачен какой-либо творческой мыслью, будет располагать всеми возможностями государства, если его идея будет признана полезной. Он

знает твердо: если ему потребуется провести опыты на заводах Кузбасса или Урала, то он будет послан и туда; если ему для опытов понадобятся редкие земли или металлы, то и они будут у него; если потребуется создать новую лабораторию или институт, то и они будут созданы и оснащены современным оборудованием. Это настолько вошло в сознание нашей молодежи, что она даже перестала об этом задумываться, считая само собой разумеющимся. Я бы сказал — молодежь даже слишком мало стала задумываться об этом. А надо бы больше заботиться о народном достоянии, лучше беречь народную копейку, ценить труд народа.

Короче говоря, любой наш специалист живет интересами государства, интересами народа, и поэтому он может мысленно располагать в процессе своего творчества всеми ресурсами своего государства. Он мыслит так же широко, как широки просторы нашей Родины. В этом помогает ему наше мировоззрение, основанное на общественном владении материальными ценностями.

Зато и труд его в случае положительного результата вознаграждается общественным, всенародным признанием. А что выше общественного признания твоих заслуг перед народом, перед Родиной? Конечно, ничто не может с этим сравниться.

Но у нас есть и свои трудности, свои болячки, которые порой мешают нормально жить и развиваться. Мы еще слишком мало прожили при новом общественном строе, чтобы изжить их. Но если говорить о характерных, главных чертах условий творчества научной и технической интеллигенции, то нельзя забывать о сказанном.

ВОПРОС ВОПРОСОВ — МЕТОДОЛОГИЯ ТВОРЧЕСТВА

Армия тружеников в сфере технического и научного прогресса в нашей стране непрерывно растет. И в связи с этим с особой остротой встает вопрос о выборе правильной научной методологии в практике творчества. Это не праздный вопрос, а проблема, имеющая первостепенное значение для многих и многих тысяч новаторов и исследователей.

Находятся еще люди, которые утверждают, что никакого вопроса о выборе правильной научной методологии в творчестве нет, что достаточно придумать какую-ни-

будь идею и начать ее грамотно разрабатывать — и все само собой получится. Многие рассуждают и так: зачем ломать голову над поисками новых идей, когда достаточно заглянуть в какой-нибудь иностранный журнал и взять одну из тех идей, что уже описаны и разработаны? Так даже лучше... Такую идею легче осуществить, и в реальность ее скорее поверят... Такие люди руководствуются, по-видимому, давно отжившим утверждением: «Несть пророка в отечестве своем».

Есть и другие взгляды на этот счет. Одни считают, что «пути творчества неповторимы», а посему и незачем искать для них какую-то научную методологию. Другие утверждают: поскольку научное творчество в наше время подготовлено всем накопленным арсеналом технических, производственных и научных достижений, постольку нам остается только научиться правильно сочетать между собой эти достижения, как элементы для решения той или иной конкретной задачи.

Наверное, есть еще и другие суждения на этот счет, но и приведенных достаточно, чтобы со всей остротой поставить вопрос о выборе правильной научной методологии творчества.

Слов нет, новое приходит сложными путями. Один из них — сочетание уже известных элементов в новой, ранее неизвестной взаимосвязи. Этот путь развития приводит к массовому творчеству, к массовому усовершенствованию машин и процессов. Ведь совершенно естественно, что не все варианты сочетаний элементов из *m* по *n* уже использованы и опробованы. Да и сами эти элементы качественно непрерывно изменяются и тем самым еще в большей степени расширяют возможности новых комбинаций из них.

Чтобы пояснить эту мысль, достаточно сослаться на такую, ставшую уже массовой, почти бытовой, технику, как радиотехника и автоматика. Всем известно, что отдельных элементов, из которых состоит какой-либо радиоаппарат, не так уж много — в основном это радиолампы, конденсаторы, катушки индуктивности и сопротивления. А какое огромное количество вариантов сочетания они допускают! Они позволили создать разнообразнейшую технику — от простейшего однолампового приемника до аппаратуры радиолокации и телевидения, до вычислительных машин и приборов управления на микромодулях.

И кто может сказать, что дальнейшее варьирование сочетания этих элементов уже невозможно? Наоборот, варианты становятся все более разнообразными. С введением всякого нового элемента, новой детали, новой радиолампы, новой технологии или нового полупроводника возможности будут прогрессивно расширяться.

Другой путь создания нового — поиски принципиально новых закономерностей, использование новых явлений природы, познание тайн их образования. Такие открытия бывают редко, но зато в современных условиях они более эффективно сказываются на техническом прогрессе, немедленно становятся достоянием всех областей науки и техники, находят себе прочное место в них, видоизменяясь сами сообразно потребностям. При открытии радиоактивных элементов, например, никто не мог предполагать, что они найдут такое применение, как, скажем, определение количества плотной массы в пульпе землесосных снарядов, исследование базедовой болезни или измерение толщины металлического листа непосредственно в процессе его прокатки. Теперь трудно даже только перечислить все области применения радиоактивных изотопов в промышленной, научной, сельскохозяйственной и медицинской практике.

Так происходит со всяким новым открытием. Радиолокация, например, первоначально предназначалась только для обнаружения вражеских самолетов, а теперь она с успехом применяется для вождения морских кораблей в тумане, для обнаружения айсбергов, для наблюдения за искусственными спутниками и метеорами, она составляет важную часть радиоастрономии и т. д. И радиолокация — далеко не единственный пример широкого распространения результатов принципиально новых открытий, первоначально полученных в одной отдельно взятой области техники.

Когда человеческий ум открывает новые закономерности и еще неизвестные явления природы, они, эти закономерности, становясь достоянием других областей знаний, тем самым в сильной степени повышают общие темпы прогресса.

Ныне перед нами стоит задача еще быстрее отыскивать пути, способствующие расширению материально-технической базы коммунизма.

Как же в этих условиях ускорить накопление новых знаний о природе, сведений о новых закономерностях в

ней и о новых рациональных сочетаниях уже известных элементов? Слепая ли стихия управляет процессом роста технического и научного прогресса?

Многие думают, что здесь решающим является своеобразный процесс естественного отбора: все лучшее, что сделано, завоевывает признание и живет, а все худшее или недоброкачественное — отмирает. Этим, дескать, и обеспечивается движение вперед.

В какой-то мере такой процесс отбора в области технического и научного развития, конечно, имеет место. Однако давно доказано, что даже в биологии естественным течением процессов отбора можно управлять. Опыты Мичурина — блестящее доказательство этому.

Конечно, можно было бы ждать, пока яблони сами по себе территориально акклиматизируются и будут готовы для пересадки в более северные районы по мере их акклиматизации. Однако это был бы процесс многовековой и с многочисленными отступлениями, так как он зависит от многих факторов. Мичурин же доказал, что этот процесс можно искусственно ускорить путем скрещивания двух или более сортов растений, из которых одни обладают ценными свойствами по плодоношению, другие по морозоустойчивости, и таким путем получить новые, ранее неизвестные в природе сорта.

А различные препараты на бактериальной основе? Одни из них, выделенные из несметного количества вредных бактерий, служат мощными лечебными средствами, другие прекрасно работают в технологических процессах.

Все это свидетельствует о том, что человек, его синтезирующий и анализирующий ум обладают огромной силой. Человек может преодолеть стихию и в области научного и технического творчества. Он может сделать и уже делает этот процесс в ряде случаев управляемым и направляемым сознательной волей.

Чтобы пояснить эту мысль, сошлюсь на один простой, может быть, даже очень простой, но, как мне кажется, вполне убедительный пример.

Пусть сто самых лучших инженеров-строителей получили задание построить сто зданий. В квалификации и в практическом опыте этим инженерам отказать нельзя. Все они добросовестно принялись за осуществление полученных заданий. Каждый в отдельности выбрал наиболее подходящий, с его точки зрения, участок под строи-

тельство, спроектировал все необходимые узлы и детали стройки, устроил подъездные пути, провел водопровод, электросеть и т. д. Некоторые, может быть, спроектируют даже свои электростанции и водонапорные башни. Но в результате их труда получится только механическая смесь из отдельных построек, но не будет никакого ансамбля зданий. Даже улицы у них не получится. Они, может быть, построят свои здания даже в разных районах или городах.

Но тот же самый объем строительных работ можно выполнить по-другому — в комплексе, т. е. в виде общего, объединенного одной идеей, единой целью ансамбля сооружений с сохранением индивидуальных замыслов инженеров-строителей. И стоит этот ансамбль будет дешевле, особенно при современной индустриальной строительной технике, и будет он красивее, и в результате разумного сложения отдельных строек в конечном счете появится новое качество — ансамбль, которого не могло получиться в первом случае.

Вот и выходит: специалисты одни и те же, средства одни и те же, материалы одни и те же, а итоги разные: в одном случае — простая сумма разрозненных строек, стихия, а во втором случае — та же сумма строек плюс новое их качество, ансамбль со всеми его техническими, эстетическими и экономическими преимуществами.

Так же получается и в любой другой области творчества. Можно очень много трудиться, очень многое сделать, но в одном случае в результате будет простая сумма труда, а в другом — комплексное решение крупной задачи, приведшее к качественному скачку, к рождению принципиально нового, ранее неизвестного сочетания. Этот принцип всегда выдерживается при создании крупных строек или сооружений (заводов, мостов, ядерных ускорителей и т. п.). Однако он почти не применяется или мало применяется в поисковых исследовательских работах, при постановке и проведении научно-исследовательских работ, не говоря уже об индивидуальном изобретательстве и новаторстве.

Армия исследователей и новаторов в наше время стала огромной. Это означает, что угроза появления стихийности в практике творчества стала тоже очень большой. Избежать этого можно только путем выработки правильной технической политики, обеспечивающей долгосрочный прогноз. Только так можно сэкономить самое ценное



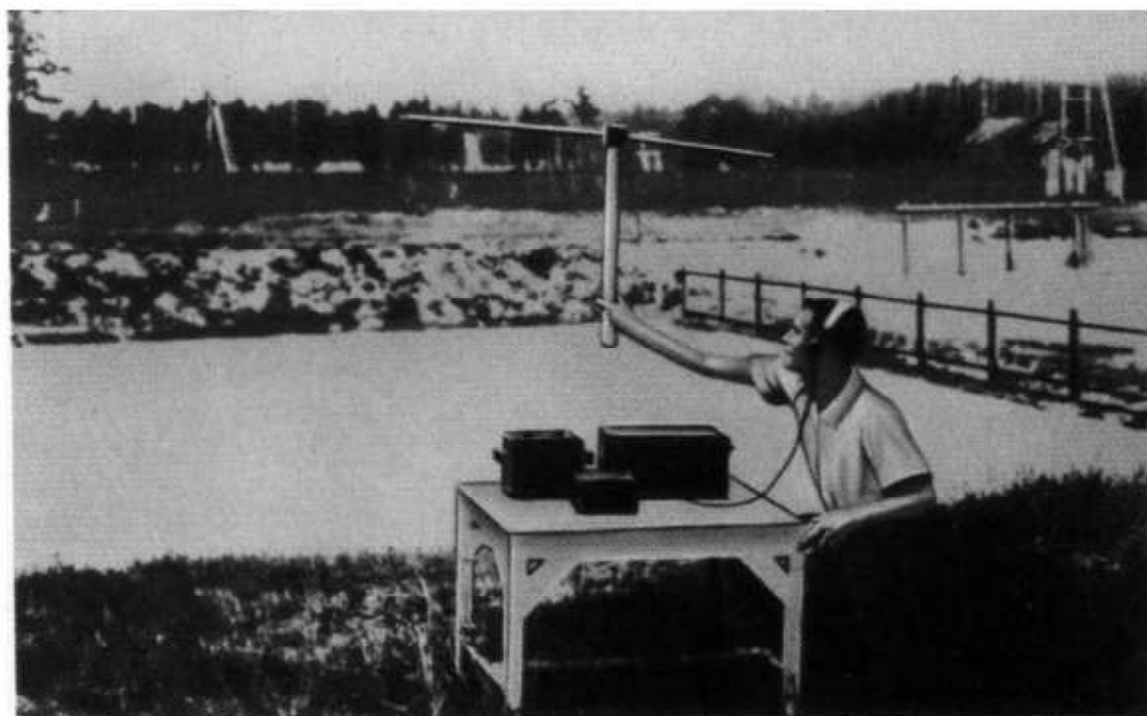
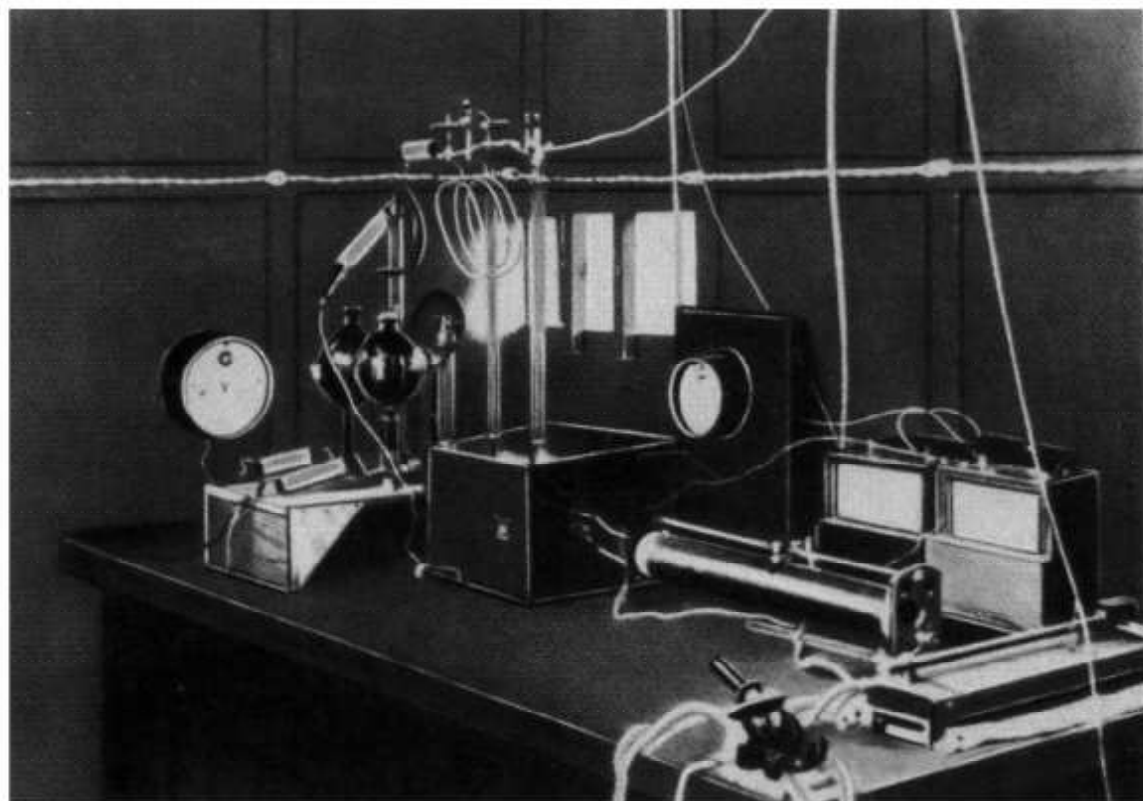
М. Н. Тухачевский



А. Н. Крылов



Генератор излучений, применявшийся в первых опытах радиолокации
Одно из приемных устройств опыта 1934 г.



С. И. Вавилов



И. П. Бардин



А. Ф. Иоффе

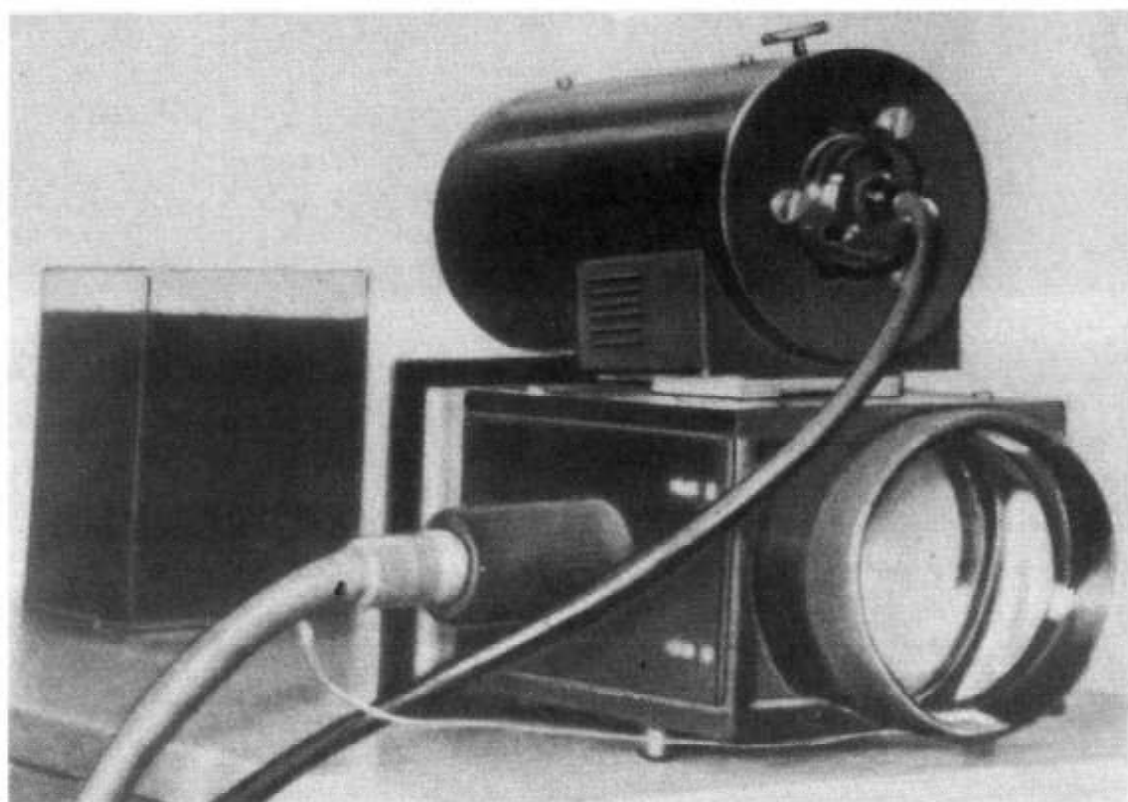
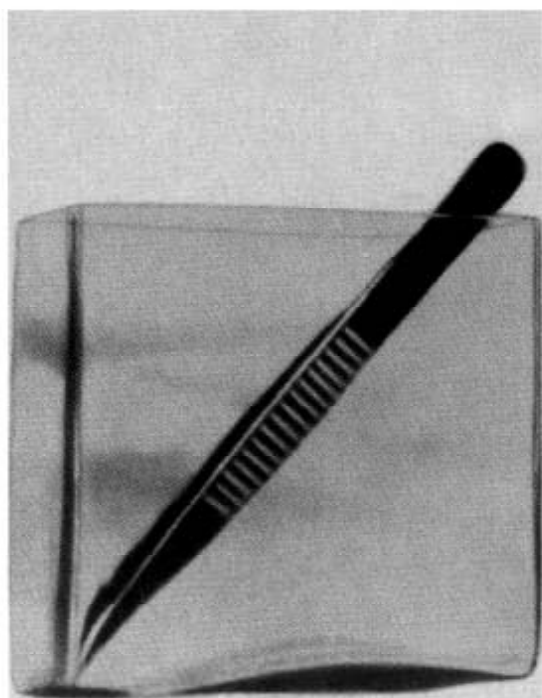
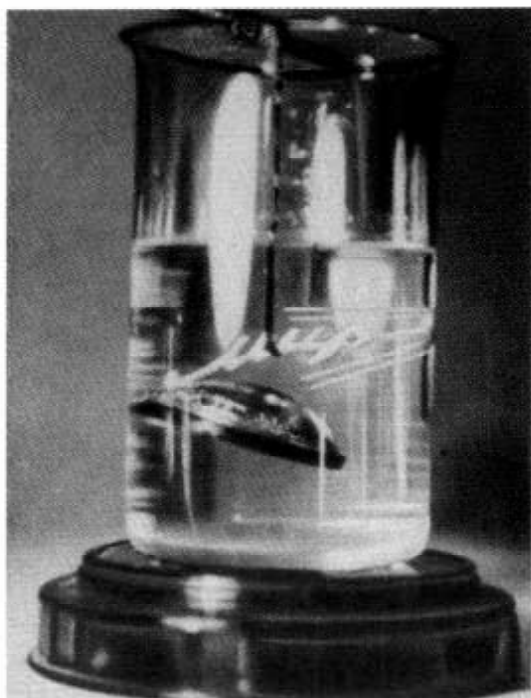


А. В. Улитовский

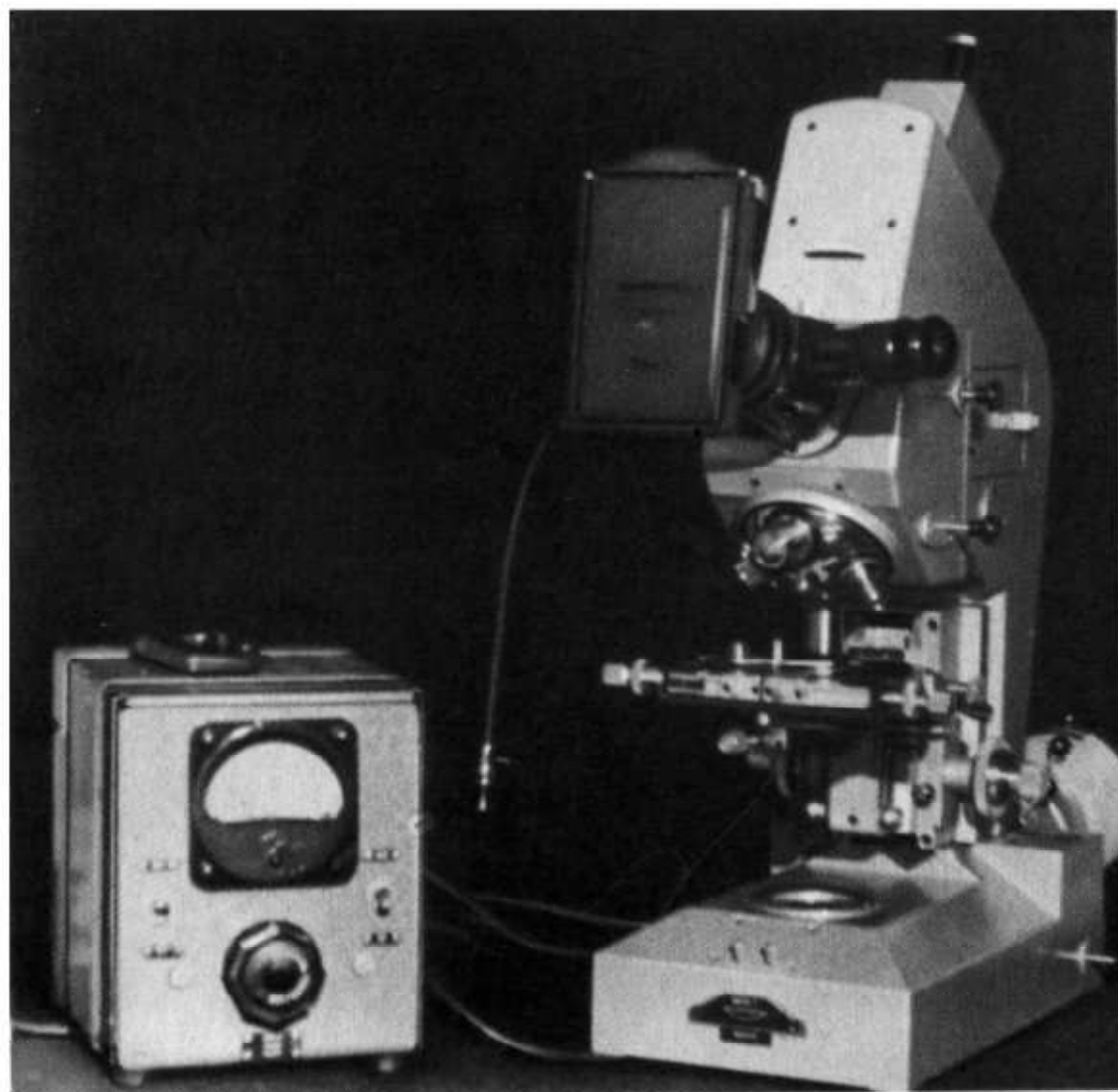


Изображения на экране интроскопа

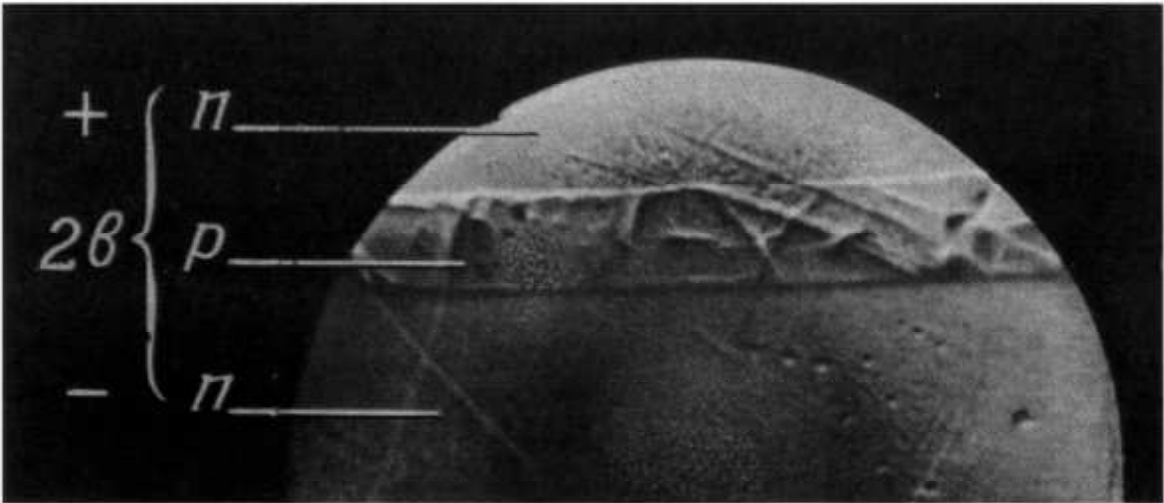
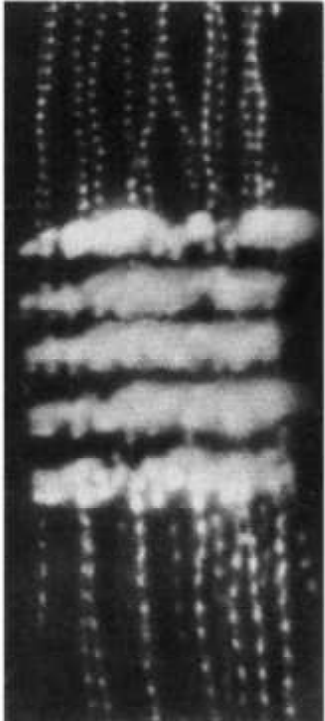
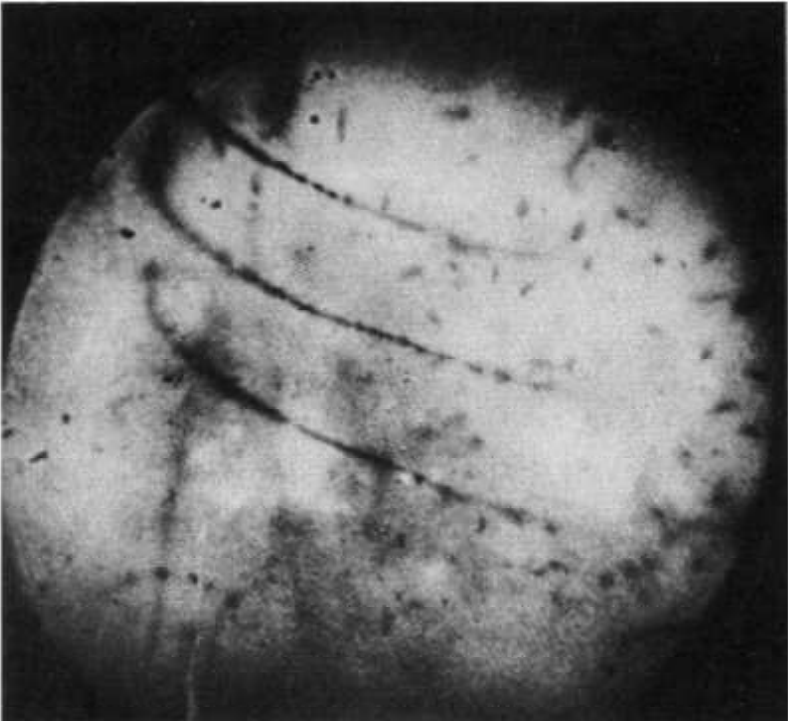
Один из первых интроскопов



Изображения на экране интроскопа при исследовании кремния, наблюдении металлической сетки через непрозрачную преграду, наблюдении р—п перехода в полупроводнике



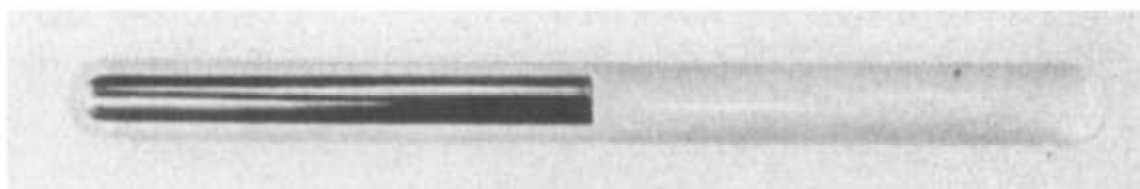
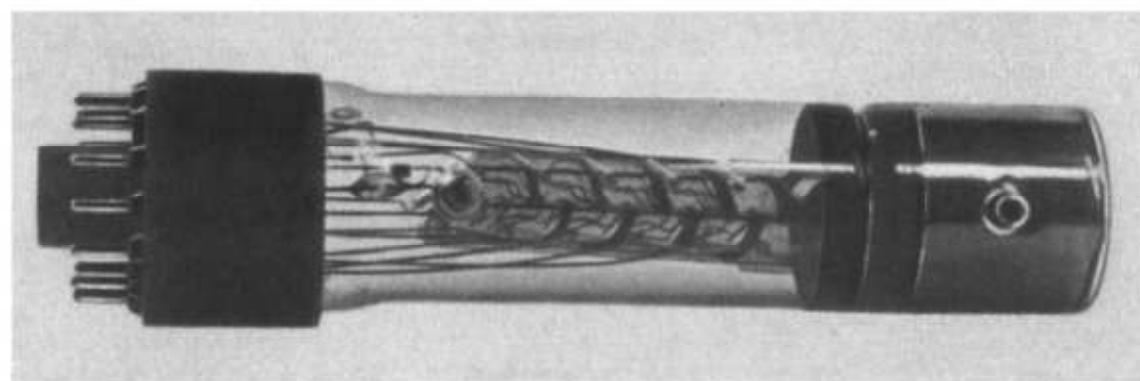
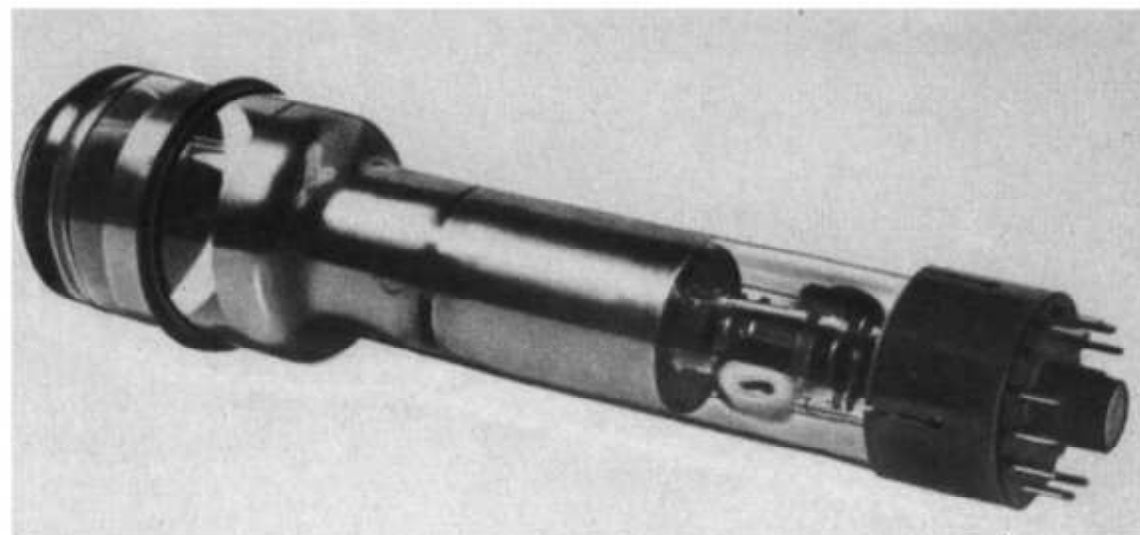
Микроскоп МИК-1



Преобразователь излучений

Вакуумный прибор многокаскадного электронного усилителя

Мультидин — миниатюрный электронный усилитель



К. Э. Циолковский

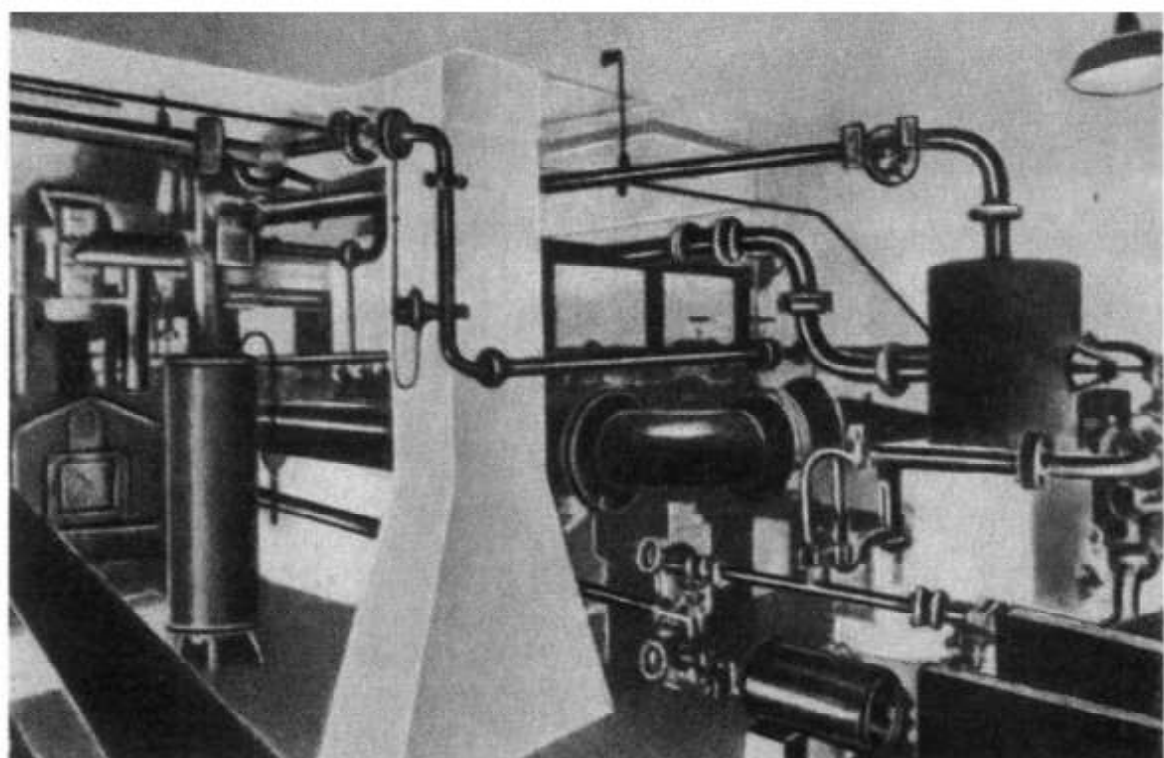
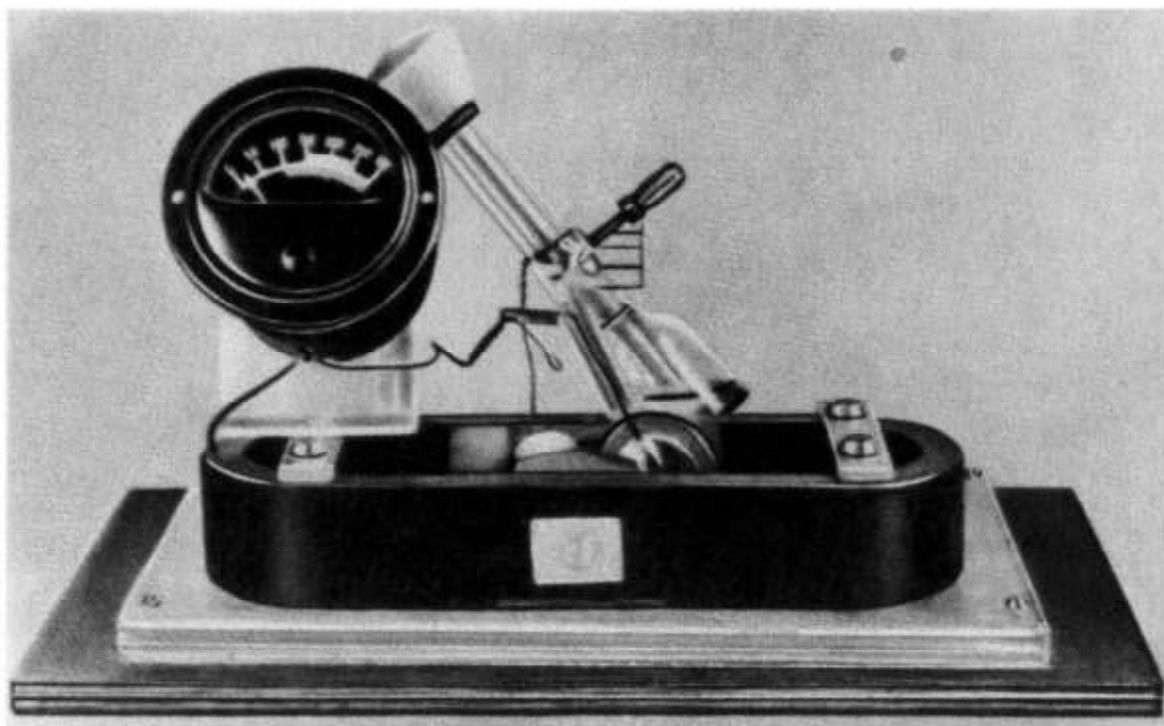


И. И. Гвай



Лабораторный прибор для демонстрации преобразования рассеянной тепловой энергии в электрическую

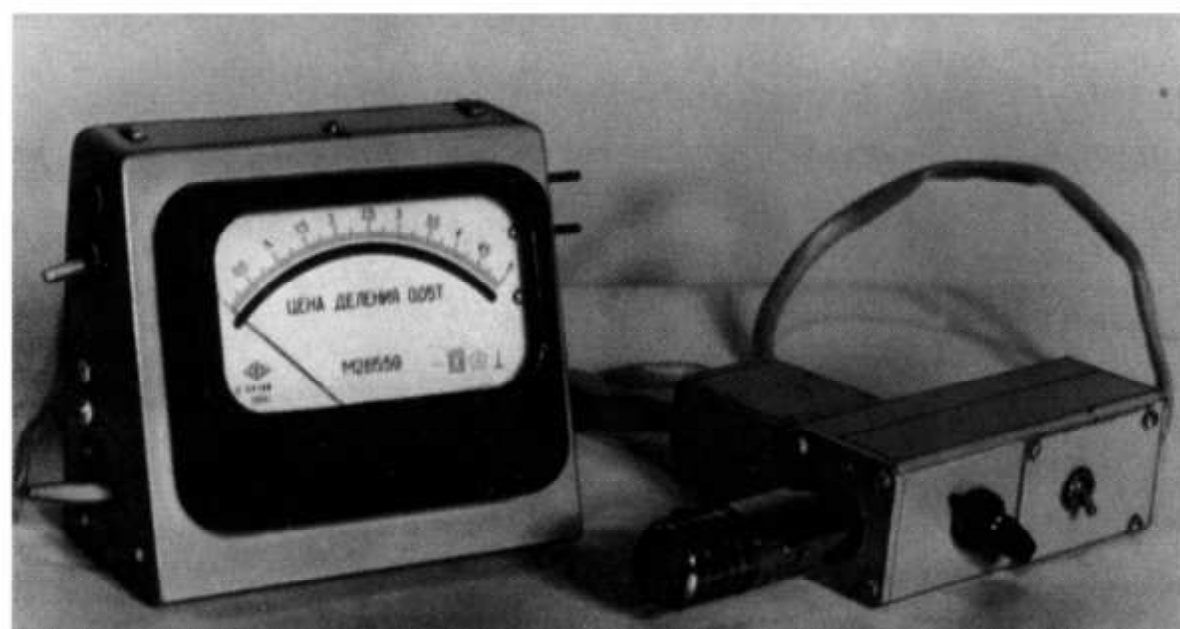
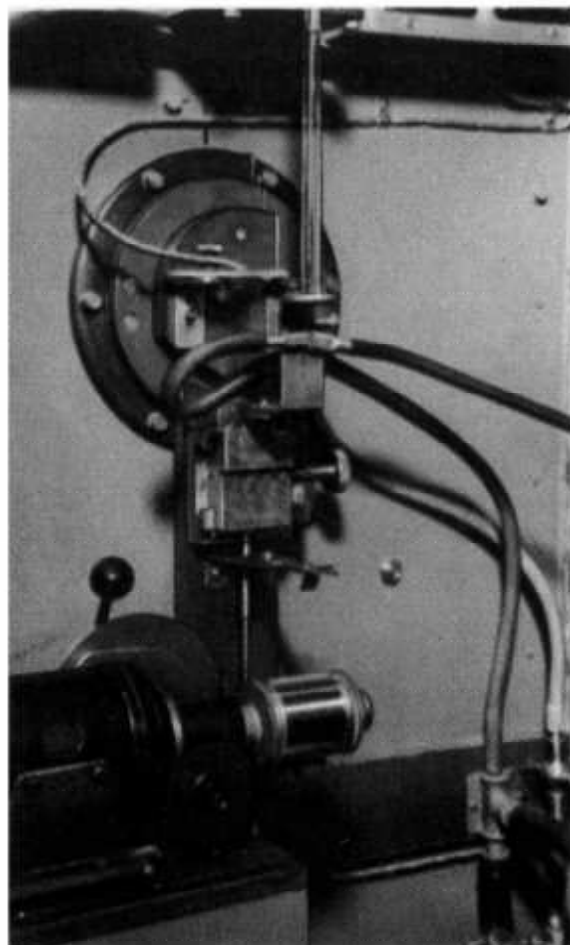
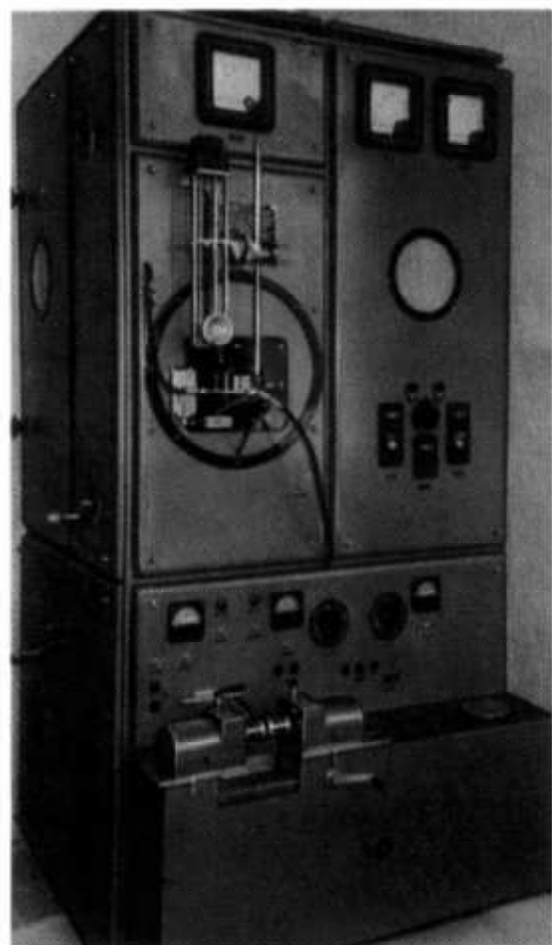
Установка теплового насоса



Одна из первых установок для получения тонких и сверхтонких остеклованных микронитей из металлов и полупроводников

Узел непрерывного формирования остеклованных нитей из жидкого металла

Прибор системы С. А. Зайдмана для контроля технологических процессов, работающий непосредственно от энергии окружающей среды



в мире — время и творческие усилия бесчисленных тружеников научного и технического прогресса. Такой подход к творчеству позволит многим нашим новаторам избежать тяжелых переживаний, которые связаны с преждевременной моральной старостью и даже смертью их трудов. Разве мало у нас таких работ, которые морально устаревают раньше, чем успевают увидеть свет? А это накладно для государства и очень больно для авторов.

Чтобы избежать всего этого, нам и надо прежде всего иметь правильно разработанную, научную методологию творчества.

Непрерывно возрастающее обилие всевозможных очередных задач, возникающих во всех сферах человеческой деятельности, а также широкие возможности их решения на современном уровне науки и техники давно поставили многочисленных исследователей, изобретателей, новаторов и всех других тружеников на поприще научного и технического творчества перед необходимостью критически осмысливать не один, а многие возможные пути решения той или иной задачи, перед необходимостью выбора наиболее рациональной методики своего творчества.

Можно, например, до бесконечности заниматься усовершенствованием металлорежущих станков для изготовления какой-либо детали, а можно развить точное литье или порошковую металлургию и тем самым ликвидировать саму потребность в некоторых металлорежущих станках. Развитие одного направления может исключить другое.

Весьма любопытная и поучительная история произошла с изобретением способа горячей накатки шестерен. Известно, как сложны зуборезные станки, как трудоемки операции изготовления шестерен и как много при этом расходуется режущего инструмента и самого поделочного материала, т. е. металла. В поточных линиях автоматического производства шестерен все это служит камнем преткновения.

И вот в 30-х годах у ряда советских инженеров родилась смелая мысль (среди первых энтузиастов этого дела можно назвать О. В. Спасскую). Они решили не идти по проторенной дорожке, сойти с пути совершенствования зуборезных станков и их оснастки и поставили своей целью вовсе отказаться от зуборезных станков обычного типа и найти новый способ производства ше-

стерен. В основе их идеи лежало использование пластической деформации горячего металла, обработка его специальными накатными устройствами. При таком способе изготовления шестерен не получалось бы никакого отхода металла в стружку, не требовалась бы частая смена режущего инструмента и отпадала бы необходимость иметь дело со сложным зуборезным оборудованием. Чего проще — на горячем металле, как на пластилине, накатывать нужный профиль зуба!

Поначалу эта идея многим понравилась. В числе тех, кого заинтересовал новый метод, — широко известные специалисты А. И. Целиков, А. Д. Кузьмин и другие. Но от идеи до венца ее лежит долгий труд, в течение которого можно испытать и радости побед, и горечь поражений. Опыты не всегда бывают удачными. Скептиков это сразу охладило. Действительных энтузиастов и творцов метода это не испугало, они знали, что ничто хорошее без труда не приходит. А вот специалистов, выросших на существующих методах работы, это пугало, да еще как пугало.

Прошло примерно 30 лет поисков. Однажды, когда дело уже близилось к завершению, директор одного из крупных научно-исследовательских машиностроительных институтов приехал в Оргстанкинпром, где директором была Ольга Владимировна Спасская. Он увидел одну из моделей устройства для горячей накатки шестерен и с удивлением спросил:

— Как, вы еще не отказались от этой затеи?

— Нет, все эти годы мы работали.

Он помолчал, потом решительно заявил:

— Ни я, ни мои дети, ни мои внуки не увидят накатанных шестерен! Это пустая затея. Не хотите считаться с вековым опытом сотен и сотен талантливых инженеров и практики? Что, вы умнее их?

Дальше эту историю можно и не рассказывать. Теперь не только в лабораториях, но в ряде случаев и на производстве в автоматических линиях стоят устройства для горячей накатки шестерен.

И не зря в американских журналах броскими фразами писали:

«Изготовление горячей накаткой шестерен в СССР.

Русские производят накатку шестерен на промышленных установках.

Подробное описание технологического процесса.

Большая экономия металла, времени, денег».

Убедительнее не скажешь.

Нам нужно серьезное воспитание в области творческой методологии. Можно, конечно, до бесконечности совершенствовать один и тот же вид оборудования, способ производства. А наука и техника тем временем находят иные подходы к решению задачи — и проще и лучше. И это случается очень часто.

Осмысливание возможных путей решения задачи и выбор правильной методики процесса решения — дело весьма сложное и трудное, так как в современных условиях для одной и той же задачи может быть одновременно предложено и принято несколько вариантов решения. Одни пути, кажущиеся на первый взгляд наиболее простыми и легко осуществимыми, на самом деле оказываются и не лучшими и не простыми. Другие, наоборот, на первый взгляд кажутся очень сложными и трудными, а на деле оказываются и простыми и доступными. Критерий простоты и доступности часто оказывается превалирующим, однако исходить из него, вернее только из него, нельзя.

При постановке и решении любых естественнонаучных и технических проблем (я подчеркиваю — любых) всегда необходимо учитывать еще такой фактор, как долговечность того или иного результата, полученного в итоге решения задачи. Нередко бывает, что наиболее простое и легко осуществимое решение оказывается нежизнеспособным. Оно либо быстро устаревает под влиянием последующих новых решений, либо оказывается экономически невыгодным, между тем как решения, осуществление которых связано с трудностями, оказываются и долго живущими, и экономичными, и пригодными для многих областей применения. Возможность использовать то или иное конкретное изобретение или усовершенствование, сделанное в одной отдельно взятой области техники, для других областей техники, так же как и долгоживучесть их, увеличивает экономическую эффективность изобретения, усовершенствования. Эти показатели весьма важны, они свидетельствуют о возможности многократного использования полученных результатов.

Таким образом, оптимальное решение любой новой задачи может прийти только при условии правильного

выбора методик решения, применения и использования научной методологии.

Выбор методик решения и ее обоснование есть, следовательно, главный вопрос в практике творчества. Методология, т. е. наука о путях развития самой науки, должна привлечь к себе самое пристальное внимание всех, кто действительно хочет заниматься творчеством с позиций науки, а не с позиций ремесленничества.

ПЯТЬ ПРИНЦИПОВ ПОИСКА НОВОГО

Мой собственный опыт, а также анализ практики деятельности других исследователей и изобретателей дают возможность сформулировать некоторые основные принципы методологии творчества. Эти принципы, как мне представляется, должны быть первой заповедью всякого новатора в науке и технике. Они применимы не только при постановке и решении крупных естественнонаучных и технических проблем, но и при решении буквально любого практического вопроса, связанного с созданием нового в какой-либо области науки, техники и практики в широком смысле этого слова.

Кратко эти принципы могут быть сформулированы так.

1. Анализ поставленной перед собой задачи с точки зрения ее своевременности и общественной потребности в ней. Раскрытие внутренних противоречий в процессах, обусловивших или обуславливающих постановку задачи.

2. Проверка правомерности постановки задачи с точки зрения общих законов природы.

3. Проверка осуществимости задачи на современном уровне науки, техники и производства.

4. Разработка общей схемы решения задачи и выбор основного, т. е. определяющего, эксперимента.

5. Анализ полученных результатов головного эксперимента и нахождение диалектической взаимосвязи их с поставленной задачей.

Само собой разумеется, что надо тщательно изучить все, что уже сделано для решения задачи в мировой практике, чтобы не изобретать вновь изобретенное ранее и не повторять пройденных этапов.

Попытаемся разобраться в содержании и значении этих принципов.

Первый принцип, если говорить кратко, вытекает из известного положения Фридриха Энгельса о том, что потребность двигает науку больше, чем десять университетов. Можно привести большое количество примеров, показывающих, как правильно определенная с этих позиций задача приводила к бурному развитию науки и техники и, наоборот, как задачи, сформулированные в отрыве от жизни, оказывались неплодотворными, нерешенными и в конечном счете забытыми.

Из множества задач, которые выдвигались в порядке индивидуального творчества, не в соответствии с потребностями общества и времени, можно привести попытки Леонардо да Винчи создать летательный аппарат (самолет) и паровую машину. В архивах этого гениального труженика найдены чертежи крыла самолета, а также чертежи цилиндра с поршнем для паровой машины.

Известно, что эти идеи, несмотря на их гениальность, в то время не получили развития. Да иначе и не могло быть, так как у общества не было потребности в них, и, кроме того, они не были подготовлены предыдущим ходом развития науки и техники. Они были гениальным броском вперед, значительно опережали свое время. Прошло почти 400 лет, прежде чем человечество приступило к разработке аналогичных идей.

Леонардо да Винчи, живший в 1452—1519 гг., был исключительно талантливым человеком. Как выдающийся художник, он создал картины, которыми человечество восхищается до сих пор. Как выдающийся ученый, он оставил глубокий след во многих разделах науки, от математики до анатомии. Он был и крупным инженером, осененным разнообразными идеями. На всем творчестве Леонардо да Винчи лежит печать гениальности, но его инженерный гений разбился о невозможность технического осуществления его идей при существовавшем тогда уровне науки и техники, хотя идеи эти и не противоречили никаким законам физики.

Веками мечтал человек о полете, прежде чем эта мечта стала реальностью. Из глубокой древности дошел до нас миф о полете Икара к солнцу. Но лучи солнца растопили воск, скреплявший крылья, и герой низвергнулся и погиб.

Во второй половине XVI века на Руси «смерду Никитке», соорудившему крылья и пытавшемуся полететь

с их помощью, «за сие содружество с нечистой силой» было приказано отрубить голову. «Тело окаянного пса смердящего бросить свиньям на съедение. А выдумку, аки дьявольской помощью снаряженную, после божественной литургии огнем сжечь».

В другом официальном документе сообщается, что в 1725 г. сельский кузнец по прозвищу Черпак Гроза также пытался подняться ввысь на самодельных крыльях. В 1731 г. в Ряжске подьячий Крякутный построил первый в мире воздушный шар и поднялся на нем. По свидетельству летописца того времени, «нечистая сила подняла его выше березы, а после ударила о колокольню». Этому смельчака сначала хотели закопать живым в землю или сжечь, но потом решили отлучить от церкви и выгнать из города.

И сколько еще безвестных героев жестоко поплатилось за свою смелую мечту. Особенно свирепствовала церковь. Церковники расправлялись со всяким, кто хотел хоть чуть-чуть оторваться от грешной земли. Они видели в этом прегрешение, вину перед богом. Только святые ангелы могли, по их мнению, летать в небесах, человеку же, рожденному без крыльев, летать не положено.

Человек сам завоевал себе право на полет. Теперь вековая мечта о полете воплотилась в сотни вариантов первоклассных самолетов и даже в космические корабли. Так мечта, фантазия, догадка стали реальностью нашей жизни.

Однако в практике научного и технического творчества известны не только идеи и мысли, рожденные с опережением времени. Если мечта о полете на крыльях пришла из глубокой древности с ее сказочными коврами-самолетами, т. е. из времен, когда не было никакой возможности для ее осуществления, то идея парохода, наоборот, появилась значительно позже своего времени. К моменту возникновения идеи парохода налицо были уже все материально-технические возможности для ее осуществления. Не хватало лишь той синтезирующей мысли, которая объединила бы эти возможности и придала им новое качество.

Еще задолго до начала наполеоновских войн моря и океаны бороздили весьма совершенные парусные суда. Англия, например, к этому времени обладала мощным парусным флотом военного и торгового назначения, бла-

годаря которому она и стала могучей морской державой. В десятках шахт уже работали паровые насосы, созданные Т. Ньюкоменом. Уже существовали и паровые машины Дж. Уатта. Что касается движителей, т. е. тех средств, при помощи которых суда могли бы отталкиваться от массы воды (гребные винты, колеса, весла), то они также применялись в самых разнообразных видах. Еще во времена Карфагена гребные галеры, приводимые в движение мускулами рабов, бороздили Средиземное море.

Таким образом, все было налицо: и плавающие суда больших размеров, и машины, использующие энергию горения, и средства взаимодействия корпуса судна с массой воды (движители). Не было только идеи, которая объединила бы все эти средства в одно целое.

Такая идея, как известно, связана с именем американца Роберта Фултона (1765—1815).

Уверенный в том, что Наполеон, который в то время вел войну против Англии, поддержит его идею, Фултон отправился во Францию. Он добился личного свидания с Наполеоном и изложил ему сущность своего изобретения, убедительными расчетами показал, что в случае замены парусного флота паровым Франция могла бы нейтрализовать флот Англии и выиграть битву. Фултон привез Наполеону чертежи не только пароходов различных конструкций, но и подводных лодок. Желание его помочь Франции подкреплялось в этом случае еще и патриотическими чувствами, поскольку в его сознании были свежи воспоминания об освободительной войне Соединенных Штатов Америки против метрополии. Фултон, как американец, страстно желал поражения Англии. Он рассчитывал, что получит от Наполеона наибольшую поддержку своему изобретению.

Однако Наполеон и его научные консультанты, такие, как Г. Монж, П.-С. Лаплас и К.-Ф. Вольней оказались не в состоянии понять прогрессивный характер идей Фултона. Передают, что, выслушав Фултона, Наполеон в раздражении сказал:

— Скажи, кто тебя послал ко мне? Ты хочешь, чтоб я поверил в твою идею, что паром можно двигать корабли? Ты хочешь, чтобы я дал тебе на это деньги, а ты ловким маневром обескровил бы казну Франции? Нет, я не из тех, кто может поверить первому встречному

шарлатану. Да и мои ученые такого же мнения о твоём изобретении.

Конечно, эту историческую ошибку Наполеон совершил не самостоятельно, а под влиянием своих ученых консультантов. Это они поставили могильный крест над идеями Фултона. Ошибка была совершена. Прояви тогда Наполеон больше благоразумия и сдержанности, история XIX столетия, возможно, была бы иной.

Фултон вернулся в Соединенные Штаты и осуществил давно вынашиваемую идею: в 1807 г. построил первый в мире колесный пароход «Клермонт». О первом рейсе его было объявлено во всех газетах. Пароход отправлялся 11 августа по реке Гудзон до Олбани (266 км от Нью-Йорка). Половина жителей Нью-Йорка высыпала на берег в день отплытия парохода. Все с любопытством смотрели на это зрелище, но составить компанию первым пассажиров на «огненном судне» так и не нашлось никого. В первый рейс пароход отправился без единого пассажира.

На обратном пути нашелся один адвокат, который осмелился плыть на этом необыкновенном корабле. Он подошел к одному из членов экипажа и спросил:

— Скажите, пожалуйста, кому я должен заплатить за билет и сколько?

— Нет. Это не вы должны платить мне, это я вам должен заплатить за то, что вы поверили в мою идею.— То был сам Фултон. Как он ни сдерживался, на глаза у него навернулись слезы.

Несколько позже, когда идея парохода уже овладела умами людей, получила свое развитие и различные компании развернули бурное строительство всевозможных пароходов, Наполеону вновь пришлось услышать имя Фултона, на этот раз уже при других обстоятельствах.

Война окончилась. Наполеон проиграл ее, и его на парусном судне везли на остров Святой Елены. В открытом море им встретился корабль, движимый той самой «огненной силой», которую он когда-то отверг. Наполеон пристально и долго смотрел на этот корабль, на то, как он без парусов легко прорезает морские волны и прокладывает себе путь. Он задумался, склонил голову и проговорил:

— Вот она, ошибка моя.

И слезы на этот раз были уже не на глазах Фултона, а на глазах Наполеона.

Здесь мы не касаемся тех трудностей, с которыми встретился изобретатель первого парохода при осуществлении своей идеи. Мы отметили лишь самое главное. Но и из того, что сказано, видно, что сознание общества к этому времени еще не было готово для восприятия идеи, хотя в материальном отношении она и была подготовлена всем предыдущим ходом и развитием науки и техники.

Как ни странно, но имя Фултона и история создания им парохода сыграли немаловажную роль в дни второй мировой войны при создании... атомной бомбы.

Германия, готовясь ко второй мировой войне, рассчитывала на быстрое ее окончание, и поэтому Гитлер издал указ, запрещающий финансировать какие бы то ни было научно-исследовательские работы продолжительностью более шести месяцев. Это мотивировалось необходимостью мобилизации всех внутренних ресурсов Германии на ведение молниеносной войны. На основании этого закона атомные работы, как емкие по времени и по средствам, не могли нормально финансироваться. Им не уделялось должного внимания. Многие известные физики-атомщики, спасаясь от фашизма, вынуждены были покинуть пределы Германии и Италии. Они обрели новое отечество в Соединенных Штатах Америки.

Для осуществления атомной бомбы требовались огромные средства, которые могло предоставить только государство. По совету ряда ученых Эйнштейн обратился к Рузвельту с личным посланием. В этом письме излагались принципиальные возможности создания нового оружия на основе расщепления атомов, и автор просил президента обратить на это особое внимание. Эйнштейн был в полной уверенности, что американское правительство поддержит инициативу ученых. Письмо одного из известнейших ученых нашего времени, конечно, было немедленно показано президенту. Но Эйнштейн не добился никакого результата. Рузвельт внимательно прочитал письмо и, обернувшись к докладывающему, сказал:

— Я хорошо понимаю побуждение ученых, сочувствую их стремлениям, но поставить средства государства на эту цель не могу. Сейчас имеются дела поважнее. Американское правительство в скором времени вынуж-

дено будет вести одновременную войну против Германии и против Японии, и на это необходимы большие средства, нужны все резервы государства.

Особенно большое недоверие к новым средствам ведения войны, к атомному проекту проявляли тогда военные деятели США. В беседах с учеными они давали ясно понять, что считают их не больше, чем обыкновенными «сумасшедшими изобретателями».

Убедившись, что склонить американское правительство на финансирование работ по атомной энергии не удастся, ученые избрали другой путь. Они решили рассказать об этом Рузвельту не в служебной обстановке, а в домашнем кругу, так сказать, за чашкой чая. И вот найден человек — Сакс, который был вхож в дом Рузвельта. Однажды, выбрав удобный момент, он начал рассказывать Рузвельту о тех необыкновенных перспективах, которые открываются в связи с использованием ядерных реакций. Рузвельт уже не хотел было слушать его — он знал об этом из личного письма самого Эйнштейна. Но Сакс решил пустить последний козырь. Он сказал президенту:

— В своем упорстве против создания атомной бомбы вы уподобляетесь Наполеону и делаете такую же ошибку, какую он совершил по отношению к идее парохода.

И Сакс рассказал Рузвельту историю с Наполеоном, которая изложена выше. Это сильно подействовало на Рузвельта, и, обернувшись к своему адъютанту генералу Уотсону, он сказал:

— Па, это дело требует действий.

Этих слов было достаточно, чтобы заработали всевозможные комиссии конгресса, военного министерства и правительства.

Вот исторический пример того, как иногда даже незначительные на первый взгляд события могут в сумме других обстоятельств сыграть немаловажную роль.

Пути и формы творчества действительно разнообразны. Но еще более разнообразны пути претворения идей в жизнь. Только учет всех обстоятельств нашего времени и опыта истории может избавить от повторения ошибок.

Как же в подобной сложной обстановке разобраться молодому новатору, молодому исследователю, начинающему изобретателю? Как ему найти то направление в

своим творчеством, которое привело бы не к повторению уже кем-то ранее сделанных работ, не к созданию несбыточных проектов, не к труду, результаты которого могут морально устареть раньше, чем будут получены, а к открытию или к изобретению действительно нового, действительно полезного для общества?

Бездушные и косность тех, к кому приходится обращаться за помощью или за средствами нашим новаторам, еще бытуют у нас, еще дают себя знать и часто даже очень больно. Нет ничего обиднее и досаднее для начинающего исследователя, чем встретить непонимание, недоверие к его начинаниям, продиктованным благородными намерениями, чистыми порывами души.

Трудности, с которыми встречается новатор, изобретатель, самостоятельно начинающий мыслить молодой человек, исследователь, общеизвестны. По этому поводу написано немало книг, статей, пьес, создано кинофильмов. Но это зло у нас еще есть. Оно пришло к нам вместе с остатками капиталистического общества, вместе со всеми теми пережитками в сознании людей, которые так трудно вытравить. Объясняется оно и психологически, о чем я еще скажу.

В нашем обществе нет конкурирующих частнокапиталистических фирм, заинтересованных в одних новшествах и совершенно не заинтересованных в осуществлении других. В принципе у нас не может быть борьбы человека с человеком за право на труд, за обеспеченную старость и т. д. Уже одно это должно было бы погасить у нас чувства зависти, боязни за свое место. Если кто-то другой сделает хорошее дело, внесет лучшее предложение, окажется более способным и т. д., это должно бы породить (и со временем будет породить) только чувство гордости за свою страну; любое продвижение по пути технического прогресса и развития науки есть наше общее дело, оно составляет наше коллективное достояние.

Так должно быть. Но старое, отживающее, в том числе и пережитки в сознании людей, очень цепко. По бесчисленным и часто невидимым и неуловимым каналам оно подкрадывается к новому, мешает его победоносному шагу, а творцам нового наносит психологическую травму.

Надо терпеливо и бережно выращивать ростки нового, ухаживать за молодыми порослями, вовремя их

поддерживать, удобрять почву, на которой они растут, и безжалостно выпалывать все сорняки, которые мешают расти новому, прогрессивному.

Бывает, что новатор в своей деятельности сталкивается с рутинной и косностью. И это происходит часто совсем не оттого, что работник, к которому он обращается, по природе своей враг всему новому. Нет, есть и другая, более глубокая причина. Вся беда в том, что человек, однажды усвоивший какую-нибудь новую или уже общепринятую истину, так сживаетея с ней, что с некоторого времени сам становится ее пленником. Состояние таких людей можно характеризовать словами Маркса: «Идеи, которые овладевают нашей мыслью, подчиняют себе наши убеждения. Это узы, из которых нельзя вырваться, не разорвав своего сердца».

Но есть и такие руководители научных, конструкторских и производственных организаций, которые считают, что все вопросы технического прогресса могут быть решены силами штатных сотрудников в рамках структурных, внутри сложившихся уже организаций. Однако они забывают, что любая организация всегда отяжелена грузом предыдущей работы. Груз этот — накопленный опыт — помогает быстрее решать встретившиеся вопросы, но в то же время он мешает поиску принципиально нового. В этом сказывается как бы единство и противоположность этого понятия.

Сергей Иванович Вавилов очень хорошо понимал эту сторону вопроса, и именно поэтому он так много сил отдавал работе добровольных научно-технических обществ. Будучи уже президентом самой большой в мире академии наук — Академии наук СССР, стоя у руля официальной науки, он тем не менее в 1946 г. выступил инициатором создания у нас в СССР Научно-технического общества приборостроительной промышленности. На заседании организационного комитета этого общества 20 декабря 1946 г. он говорил:

— Надо в общество вовлечь побольше людей, а эти люди есть у нас на заводах, в конструкторских бюро и в большом количестве в научно-исследовательских организациях. Есть крупные специалисты, есть талантливые люди, которых можно и нужно привлечь. Такое общество могло бы сделать очень многое.

В течение нескольких лет, вплоть до 1973 г., я возглавлял это общество и хорошо понимаю, как далеко

видел Сергей Иванович, как глубока его прозорливость. Научно-технические общества могут служить и служат действенной формой организации творческой инициативы и деятельности инженерных и научных сил в целях дальнейшего развития промышленности, в частности приборостроения.

Ценя личные заслуги Сергея Ивановича Вавилова в организации и последующей плодотворной работе этого общества, на его VI Всесоюзном съезде (в январе 1973 г.) обществу было присвоено имя Вавилова. Теперь оно носит название — Научно-техническое общество приборостроительной промышленности имени академика С. И. Вавилова.

С. И. Вавилов придавал огромное значение творческой инициативе масс. Он отлично понимал, что нельзя решить все вопросы технического прогресса в рамках официальной науки, что в стране выросли и накопились силы, способные более смело и широким фронтом решать сложные научно-технические проблемы.

Общественная форма привлечения творческой инициативы по сути своей более независима и более демократична. Возможно, настанет такое время, когда наши многочисленные научно-технические общества составят единую Общественную академию наук, работающую с небывалым массовым творческим порывом.

Порой даже весьма ответственные технические и научные руководители делают иронические замечания в адрес тех, чьи головы обуревают идеи: дескать, «в воздухе носится» очень много всяких идей и мыслей, и мы не успеваем их осуществлять, а тут еще и вы придумываете все новое и новое...

Может быть, они правы? Конечно, нет! Все в жизни течет и развивается — то, что сегодня ново, завтра станет старым, а новейшее будет лучше нового. Если по какому-либо конкретному техническому вопросу есть две, пять, даже десять новых идей, то надо суметь выбрать из них лучшую, а может быть, отыскать и одиннадцатую, еще более совершенную. Пределов в научном и техническом творчестве нет и быть не может.

Но как же все-таки в таком случае действовать молодому новатору, молодому изобретателю? Чем он должен руководствоваться? И можно ли найти такие критерии, которые позволили бы правильно оценить смысл и

ценность своего творчества и тем самым обеспечить выигрыш во времени и средствах? Я уверен, такие критерии можно найти. Приведенные выше пять принципов служат той же цели, они могут помочь некоторым нашим новаторам избежать многих трудностей на своем пути.

В предыдущих главах я рассказывал, как зародилась в нашей стране идея радиолокации и как успешно она претворялась в жизнь. Здесь я еще раз хочу остановиться на этом открытии, с тем чтобы показать, что идея радиолокации родилась у нас не в результате случайного вдохновения, не как стихийное усовершенствование, а как закономерный итог творческого применения марксистского диалектического метода к анализу задачи и возможных средств ее разрешения. История открытия техники этого рода может наглядно и убедительно проиллюстрировать практический смысл перечисленных выше пяти принципов.

Теперь уже со всей определенностью можно говорить о том, что постановка задачи об использовании электромагнитных волн для целей обнаружения самолетов была своевременной и определялась вполне конкретными потребностями.

Развитие этой проблемы было описано. Здесь можно только подчеркнуть, что новое средство обнаружения, основанное на применении электромагнитных волн, возникло как результат логического использования научной методологии в практике решения подобных задач. Тогда еще не были конкретно сформулированы те пять принципов, о которых здесь говорится, но процесс нахождения нового решения этой задачи в точности соответствовал изложенным принципам. Сначала следовал анализ задачи с точки зрения ее своевременности и потребности в ней. И, как было показано, этот анализ однозначно приводил к тому, что задача и своевременна и необходима. Нужно было проанализировать ее с точки зрения правомерности на основе законов природы, в первую очередь законов физики. Так было определено, что электромагнитные волны могут оказаться в этом случае не только единственными возможными, но и наиболее эффективными. Дальше была проведена проверка возможностей технического осуществления на современном уровне развития науки и техники и выбран головной, или отправной, эксперимент. Эксперимент под-

твердил основную идею и тем дал возможность развивать работу.

Теперь мы знаем, что идея радиолокации не только решила возложенную на нее задачу, но и оплодотворила многие другие разделы современной физики, радиоэлектроники и радиотехники.

Конечно, одним примером нельзя исчерпать многообразие творчества. Жизнь гораздо богаче любых, даже самых совершенных схем. И мне хочется привести еще один пример того, как продуманный анализ задачи привел к открытию принципиально нового метода в области производства тонких и сверхтонких металлических нитей. Я имею в виду микропроволоку, метод получения которой связан с именем профессора Алексея Васильевича Улитовского.

Конечно, и в этом случае можно было бы пойти к цели по пути дальнейшего усовершенствования обычных способов протяжки прутков в проволоку через последовательно уменьшающиеся отверстия — фильеры. Этот процесс хорошо известен, и он тоже дает возможность получать все более тонкие проволоки. За последние годы по этому процессу также получены неплохие результаты.

Но, спрашивается, где предел возможностей в этой области? Можно ли методом волочения получить проволоку тоньше человеческого волоса? Можно ли получить этим методом проволоку из хрупких материалов, например из чугуна, висмута, сурьмы и т. п.?

Само собой разумеется, что с уменьшением требуемого диаметра проволоки возникает проблема получения микронных отверстий в твердых материалах, из которых делаются волокна (фильеры). А это уже само по себе представляет «твердый орешек». С уменьшением диаметра проволоки уменьшается и усилие, с которым можно ее протягивать. А это значит, что и деформация за одну операцию может быть допущена только минимальная.

Спрашивается, сколько же операций протяжки надо сделать, чтобы убавить диаметр проволоки, например, с 50 микрон до 10 микрон? Оказывается, сотни и даже тысячи операций. А если надо получить еще более тонкие проволоки (техника предъявляет такие требования)? Тут наступает уже полнейший «пас». Старая техника становится бессильной.

И вот анализ потребности в тонких и сверхтонких проволоках в связи с развитием новых областей техники (радиотехника, электроника, автоматика) и анализ возможностей решения этой задачи привел А. В. Улитовского к мысли о получении проволок диаметром даже до долей микрона непосредственно из жидкого металла, минуя все способы протяжки и волочения. Ныне это уже не предположение, не догадка, а реальный факт, освоенный технологический процесс, автор которого в 1960 г. посмертно удостоен Ленинской премии. Так «непреодолимые» трудности были преодолены в короткое время и очень красивым способом.

Об этой технологии подробно сообщала наша печать, и здесь нет необходимости повторяться. К сожалению, сейчас нет среди нас Алексея Васильевича Улитовского, а он многое мог бы рассказать о своем методе творчества. Мне приходилось с ним работать, и я знаю, что при подходе к любой задаче он не ограничивался первым впечатлением, не рассматривал ее изолированно от дальнейших путей развития техники, а стремился прежде всего вскрыть внутренние противоречия и уже от них отправлялся дальше. Это-то и давало ему возможность находить эффективные и долго живущие решения. Неоднократные беседы с ним убедили меня в том, что основная схема его творчества хорошо вписывается в указанные выше пять принципов.

Более подробно о пятом принципе можно прочитать в следующей главе, где даны примеры критического осмысливания результатов головных экспериментов. Любой эксперимент, любой новый факт, добытый в результате эксперимента, должен быть правильно оценен и проанализирован с точки зрения соответствия его поставленной цели и на предмет нахождения взаимосвязи его с другими процессами, возможными при решении данной задачи. При этом любой новый экспериментальный материал, даже явно противоречащий сложившимся «каноническим» представлениям, нужно не отбрасывать, а внимательно и всесторонне изучать. Такие материалы часто служат источником новых открытий.

Творческий путь решения задачи обязательно должен начинаться с анализа (пункт первый пяти принципов) и заканчиваться вновь анализом (их пятый пункт).

Понятие анализа очень емкое, и его нельзя облечь в одну какую-либо рекомендательную фразу. Но если говорить о самом главном, то в понятие анализа входит прежде всего нахождение взаимосвязей между процессами и компонентами, составляющими сущность изучаемого вопроса. Без точного знания этих взаимосвязей легко впасть в ошибку даже при строгом математическом расчете.

Попробуем привести пример. В этой главе мы уже говорили о первом пароходе и его создателе Фултоне. Вернемся еще раз к теме парохода, но уже применительно к нашему времени.

В течение столетий русский человек называет Волгу и кормилицей, и красавицей, и матушкой-рекой. Сколько песен в народе сложено про эту величественную реку! Но всё ли мы знаем о ней, не таит ли она еще каких-либо возможностей? Оказывается, да, таит.

Для наглядности будем пользоваться только арифметикой — ее ведь никто еще не отменял. Пример простой, но, как мне кажется, он имеет и более широкий смысл.

Расстояние от Горького до Астрахани по Волге составляет около 2 тыс. км. Пусть на этом участке реки движется пароход, обладающий скоростью 15 км/ч. Собственное течение реки примем за 5 км/ч. Тогда истинная скорость парохода, идущего вниз по течению реки, составит 20 км/ч ($15+5$), а плывущего в обратном направлении — 10 км/ч ($15-5$). Следовательно, средняя скорость парохода, идущего в ту и другую сторону, составит 15 км/ч $(20+10):2$. Исходя из этого значения средней скорости полное время нахождения парохода в пути от Горького до Астрахани и обратное должно составить 266 ч ($4000:15$). Однако в действительности это не так. Вниз по течению пароход пройдет 100 ч ($2000:20$), а вверх по течению — 200 ч ($2000:10$). Следовательно, полное реальное время нахождения парохода в пути будет 300 ч, а не 266 ч, как это было вычислено исходя из среднего значения скорости. Если бы мы взяли собственную скорость парохода равной 5 км/ч, то пришли бы к еще большему несоответствию. Средняя скорость движения парохода в этом случае была бы равна 5 км/ч $(10+0):2$ и, следовательно, полное время

нахождения парохода в пути туда и обратно исходя из этой средней скорости определилось бы в 800 ч (4000:5). В действительности же оно будет равно бесконечности, так как пароход в этом случае никогда не сможет вернуться в Горький — его скорость вверх по течению будет равна нулю.

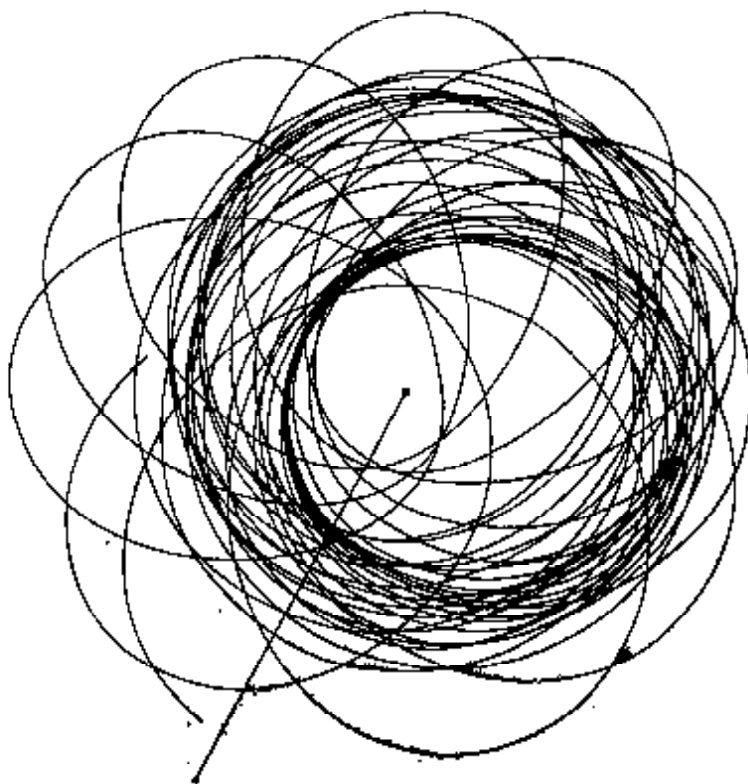
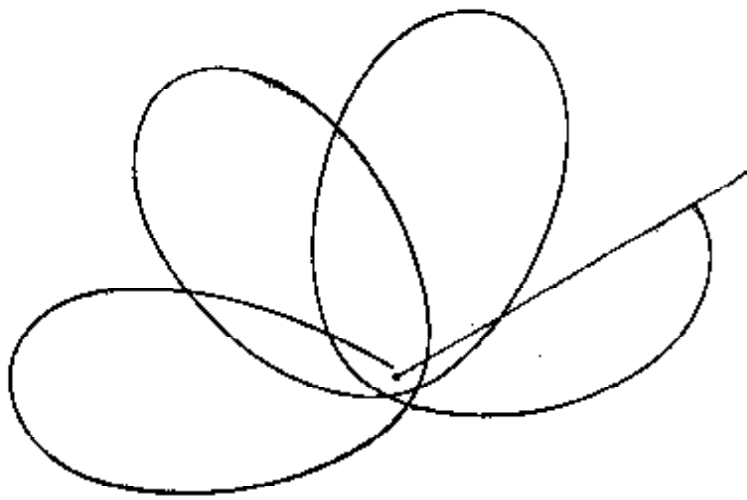
Отсюда вывод — пользоваться при расчетах средними значениями величин не всегда безопасно. Такие расчеты без достаточного анализа их могут привести и к просчетам. Это замечание справедливо не только по отношению к пароходу на реке, но и по отношению к электрону в соответствующих, конечно, для него условиях.

Другая сторона этого парадокса состоит в том, что в связи с великими стройками на Волге каскада мощных гидроэлектростанций кажущийся выигрыш во времени, определяемый из средних значений скорости, из нереального превращается в реальный. В самом деле. Вполне можно представить, что со временем Волга обратится в одно сплошное длинное море, разделенное лишь шлюзами, и тогда (из-за колоссального разлива по ширине) течение ее будет настолько незначительным, что практически оно не будет влиять на скорость движения судов.

Скорость любого движущегося судна по Волге-морию в этом случае практически будет одна и та же как при движении вверх, так и при движении вниз. Следовательно, средняя скорость парохода всегда будет равна истинной скорости, и поэтому приведенный выше выигрыш во времени, полученный из расчета средних скоростей, станет реальным.

Так у Волги обнаруживается еще один секрет. Это будет особенно важно для грузового транспорта, скорости которого не так велики по отношению к скорости естественного течения реки.

С другой стороны, при анализе задачи или результатов какого-либо эксперимента многие избегают сравнений и аналогий, хотя бы и очень наглядных, руководствуясь главным образом тем, что аналогии не являются доказательством. Но вместе с тем нельзя отрицать роль аналогий в методологии познания. Очень многое в науке и технике было открыто именно на основе изучения аналогичных процессов в смежных областях знаний. Мы уже говорили о том, что перенесение некоторых фунда-



Траектории движения единичного заряда
вокруг заряженного центра, снятые с по-
мощью траектографа

ментальных принципов из области радиотехники в область светозлектроники позволило открыть в последней новые явления, аналогичные по своему содержанию радиотехническим принципам, но имеющие большое самостоятельное значение.

Рамки и характер этой книги не позволяют делать широких обобщений по этому вопросу. Однако мне хочется хотя бы на одном примере показать, какое пло-

дотворное значение имеют аналогии при анализе научно-технических вопросов.

Из школьных учебников, да и из учебников для вузов мы усвоили, что в основе устройства атома лежит ядро и вращающиеся вокруг него электроны. Из более поздних воззрений на этот счет можно сослаться на представление об электронном облаке вокруг ядра. Самый простой атом — это атом водорода. Одни представляют себе устройство атома в виде планетарной системы, аналогичной звездным ассоциациям с их планетами, другие считают, что безызлучательное движение электронов на орбитах связано с особыми энергетическими уровнями и т. д.

Масштабы космических систем слишком велики, а масштабы атомных образований слишком малы для того, чтобы в земных условиях, имеющимися у нас средствами можно было построить соответствующие модели для наглядного изучения. Большинство читателей категорически скажет, что подобных моделей построить нельзя. Я тоже долгое время считал, что это неосуществимо. Однако более детальный анализ этих, казалось бы, совершенно противоположных систем привел меня к убеждению, что модельное представление их все же возможно. На первый взгляд кажется, что трудности, связанные с чрезвычайно большими и чрезвычайно малыми размерами, непреодолимы. Но посмотрим, так ли это.

Движение любого тела (от планеты до электрона) по криволинейной траектории может происходить, как известно, только при условии, что это тело обладает собственной кинетической энергией и что на него непрерывно действует сила, направление которой в общем случае не совпадает с направлением движения тела. При круговом или эллиптическом движении такой силой будет центростремительная сила, определяемая напряженностью силового поля в данной точке пространства.

Ниже¹ написано выражение для кинетической энергии движущегося электрона (I). Правая часть этого уравнения выражена в электрон-вольтах. Связь между радиусом кривизны в данной точке и центростремитель-

$$^1 (I) \frac{mv^2}{2} = eU; (II) \frac{mv^2}{\rho} = eE_n; (III) \rho = \frac{2U}{En}.$$

ной силой дается следующим уравнением (II), правая часть которого также выражена в электрон-вольтах (на единицу длины, конечно). Из этих двух уравнений легко определяется радиус кривизны траектории движения тела. Из уравнения (III) видно, что радиус этот не зависит от абсолютных величин U и E_n , а только от их отношения. Следовательно, модель для иллюстрации движения электрона вокруг ядра может быть построена в любом масштабе. Этот вывод носит принципиальный характер, так как он дает возможность построить с помощью электронно-механических систем модель планетарной системы атома.

На приведенных выше двух рисунках представлены траектории движения единичного заряда вокруг заряженного центра, снятые с помощью специального самодвижущегося аппарата (траектографа) с автоматическим рулевым управлением и автоматическим вычерчиванием траектории.

Из этих рисунков вполне можно видеть, что такой системой имитируется не только эллиптическое движение электрона вокруг ядра, но и его процессия. Если аппарат оставить на длительное автоматическое вычерчивание траекторий, то такими траекториями будет занята определенная зона, в которой электрон никогда не удалится дальше предельного радиуса и не приблизится к ядру ближе минимального расстояния. Плотность почернения этой диаграммы одновременно будет иллюстрировать и вероятность пребывания частицы в данной зоне. С точки зрения наших обычных представлений о малом времени (вплоть до микросекунд и даже наносекунд) невозможно, конечно, проследить единичную траекторию электрона, так как теоретическое время обращения электрона на одном витке составляет около 10^{-16} секунды, и, следовательно, за одну микросекунду произойдет более миллиарда оборотов.

Само собой разумеется, что дискретная структура «облака» в этом случае не будет выступать, она будет завуалирована множеством из множества траекторий.

Приведенную картину не следует, конечно, рассматривать как доказательство планетарной системы атомов, она описана здесь только с единственной целью — для иллюстрации диапазона аналогий. Вместе с тем она, может быть, натолкнет кого-нибудь на поиски механизма актов поглощения и актов излучения квантов света ор-

битальными электронами. Эти вопросы все еще остаются белыми пятнами в науке, так же как остается еще не раскрытой физической сущность закона Ома, несмотря на его относительную древность.

Подвергая критическому омысливанию и анализу понятия, порой даже общепринятые в науке, мы, несомненно, будем обогащаться новыми идеями. Еще выдающийся представитель XVIII столетия, немецкий писатель, публицист и ученый Г.-К. Лихтенберг говорил, что «общепризнанные мнения и то, что каждый считает делом давно решенным, чаще всего заслуживают исследования». Исследование же, оторванное от анализа взаимосвязей, неизбежно ведет к метафизичности.

ЕГО ВЕЛИЧЕСТВО ФАКТ

Особенностью живого ума является то, что ему нужно лишь немного увидеть и услышать для того, чтобы он мог потом долго размышлять и многое понять.

Джордано Бруно

«Как ни совершенно крыло птицы, оно никогда не смогло бы поднять ее ввысь, не опираясь на воздух. Факты — это воздух ученого. Без них он никогда не может взлететь».

Так писал И. П. Павлов в своем известном обращении к молодежи.

В любой сфере деятельности человека нет ничего более достоверного и убедительного, чем факты. В нашей жизни они всегда считаются самыми непреложными, неоспоримыми доводами в пользу высказанного предположения.

По мнению большинства, факт наиболее полно подтверждает любое состояние предметов, их взаимное отношение друг к другу, их развитие. Ссылками на факты мы всегда стремимся закончить деловой разговор. Вот почему мы так часто употребляем такие выражения, как «факты говорят сами за себя», «факты решают все», «давайте факты» и т. п. Как будто факты сами по себе действительно могут что-то говорить или

решать. Факты нередко принимаются как абсолютная истина, как закон. Это настолько укоренилось в нашем сознании, что порой против такой аргументации затрудняешься что-либо возразить.

В науке такое слепое преклонение перед фактами часто приводит к большим недоразумениям, к замедлению в развитии целых отраслей знания, в особенности в некоторых разделах точных наук, в технике, в естествознании.

И как бы это ни показалось парадоксальным, но не осмысленный до конца факт часто ведет к ложному истолкованию его.

ОТ КОПЕРНИКА ДО ГАЛИЛЕЯ

В течение многих тысячелетий люди видели, что Солнце всходит и заходит. Они видели, да и сейчас видят, что Земля стоит на месте, а Солнце и все другие небесные светила движутся по небосводу. И для миллиардов людей на протяжении тысячелетий это было действительно «непреложным фактом». Ведь никто не видел, не слышал и не ощущал, что движется Земля, зато все ежедневно видели собственными глазами, что Солнце движется. Таков был «факт», всеми наблюдаемый. В течение миллионов лет никто не сомневался в его непреложности. И только совсем недавно (конечно, в масштабах всей истории существования и развития человечества) нашлись смелые люди — Николай Коперник (1473—1543), Джордано Бруно (1548—1600), Галилео Галилей (1564—1642), которые иначе, чем все остальное человечество, осмыслили всем известные «факты» и пришли к заключению, что не Солнце движется по небосводу, а Земля вращается вокруг своей оси и вместе с другими планетами обращается вокруг Солнца.

Это было дерзкое по тем временам умозаключение. Оно коренным образом расходилось с наблюдаемым фактом.

Великий польский астроном Николай Коперник в своем труде «Об обращениях небесных сфер» первым объяснил наблюдаемые движения небесных светил вращением Земли вокруг оси и обращением планет (в том числе и Земли) вокруг Солнца. Это учение делало переворот во всем естествознании того времени. Это был

отказ от общепринятого учения о неподвижности Земли. Выводы Коперника были столь смелыми и столь непохожими на то, что всеми наблюдалось и всеми проповедовалось (особенно церковью), что он сам побоялся опубликовать свой труд. Плоды почти тридцатилетнего труда увидели свет только после смерти автора, его опубликовали друзья Коперника. Однако при этом не обошлось без курьеза. Зная, какой отголосок может вызвать опубликование трудов Коперника, особенно среди церковников, издатели предпослали книге предисловие, в котором указали, что на вычисления Коперника надо смотреть не как на серьезный научный труд, объясняющий небесные явления, а как на занятные упражнения ума. И только в этом смысле они, издатели, сочли возможным опубликовать его труд.

Ровно через пять лет после смерти Коперника родился мученик науки Джордано Бруно. За проповедь нового учения, за смелое развитие коперниковой системы взглядов о строении солнечной системы он был сожжен инквизицией на костре в Риме в 1600 г. Бруно был одним из великих итальянских мыслителей. Он был материалистом и атеистом, боровшимся против схоластики и католицизма. Он мог бы еще многое сделать, если бы не оборвалась его жизнь. Незадолго до смерти, в 1584 г., он написал два сочинения: «О бесконечности, Вселенной и мирах» и «О причине, начале и едином», за которые культурное человечество будет чтить его вечно.

Гонимый церковью, Бруно всю свою жизнь провел в скитаниях. Развивая учение Коперника, он убежденно и страстно проповедовал бесконечность Вселенной и бесчисленность миров. Больше всего он ненавидел догматиков, которых саркастически называл «созвездием педантов».

Жизнь замечательного, разностороннего и бесстрашного ученого была трагически оборвана, но свет его разума будет всегда сиять человечеству.

Другой итальянский ученый, Галилео Галилей — астроном, физик и математик, также чуть было не заплатил жизнью за развитие гелиоцентрических («гелио» — солнце по-гречески) взглядов Коперника. Галилей многое сделал для науки: он открыл закон инерции, изучал падение тел, движение маятника, первым в истории науки наблюдал с помощью изготовленной им самим зрительной трубы (телескопа) небесные светила.

Он обнаружил горы на Луне, открыл четыре спутника Юпитера, фазы Венеры, звездное строение Млечного Пути, пятна на Солнце и многое другое. В своей книге «Диалог о двух главнейших системах мира — Птолемеевой и Коперниковой» (1632 г.) он уточнил и блестяще развил учение Коперника о движении Земли. А в конце концов, несмотря на все содеянное для человечества, он был в 1633 г. осужден римским католическим судом за вольнодумство и инакомыслие.

Под угрозой смерти и страшной кары, которая падет на его семью, Галилео Галилей отказался на суде от своего учения. Однако, выходя из зала суда, он бросил слова, ставшие крылатыми: «А все-таки она вертится!» Тем самым он дал понять, что сила, а не разум заставила его отказаться от своих убеждений. Разум его всегда оставался на стороне прогрессивного учения. Он знал, что защищает правое дело, и это придавало ему сил.

Вот вам и факты — всеми наблюдаемые и всеми подтверждаемые. Сколько жертв пришлось принести человечеству, чтобы доказать ошибочность подобных «фактов»!

При этом надо помнить, что у тех, кто первым выступил против общепризнанных взглядов на строение солнечной системы (Николай Коперник, Джордано Бруно), не было никаких других фактов, кроме тех, что наблюдались всеми. Как и все, они видели ту же картину небесных светил, какую до них видели все люди. Но обобщение и анализ результатов наблюдений позволили им прийти к совершенно иным, противоположным взглядам.

Не будь этих великих мучеников науки, может быть, еще на столетие задержалось бы то гигантское развитие естествознания в области астрономии, которое мы сейчас наблюдаем.

Только глубокий анализ, казалось бы, бесспорных фактов, только нахождение истинной взаимосвязи между ними позволило первооткрывателям правильно оценить эти факты и найти новое им объяснение. Это было величайшее, дерзновенное по тому времени открытие.

Не менее поразительно и то открытие людей глубокой древности, которое позволило двигаться силой ветра против ветра. Подумать только, какой переворот был совершен этим, если даже сделан он был не сознательно, случайно.

И на заре человечества, как сейчас, ветер гнал волны на воде в ту сторону, куда дует. Все видели также, что случайно упавшее в воду дерево или любой другой плавучий предмет под влиянием ветра движется по направлению ветра. Заметив это, человек научился пользоваться силой ветра для того, чтобы переправляться на бревнах, плотках или первобытных пирогах с одного острова на другой. На какой-то ступени своего развития он научился пользоваться и парусом, увеличивающим скорость движения плавучих средств. Но сколько тысячелетий прошло, прежде чем человек дошел до сознания, что с помощью ветра можно двигаться и против ветра. Любой рыбак или спортсмен теперь пользуется этим открытием, даже не задумываясь о том, что когда-то оно казалось абсурдным.

А жаль, очень жаль, что мы редко об этом задумываемся. Возможность двигаться с помощью силы против той же силы таит в себе глубокий смысл. В объяснении этого факта все еще нет единого мнения. Большинство сходится на том, что силой можно воспользоваться для движения против этой же силы только в том случае, когда мы имеем дело с ветром и водной поверхностью. А разве движение воды относительно дна реки не представляет собой тот же случай взаимодействия двух сред? А движение света относительно гравитационного поля? Все это примеры одного и того же порядка.

ОТ ГАЛЬВАНИ ДО ВОЛЬТА

Продолжая разговор о различном отношении людей (прежде всего ученых) к неоспоримым, казалось бы, фактам, хочется остановиться еще на нескольких примерах. Вспомним открытие первых искусственных источников электрического тока. Электричество пронизывает теперь всю нашу жизнь, а между тем не все знают, что первые опыты с источниками электрического тока были истолкованы ложно.

Итальянский врач Луиджи Гальвани (1737—1798) первым наблюдал появление электричества при прикосновении разнородных металлов к телу лягушки. В 1791 г. он опубликовал работу по электрофизиологии, в которой подробно описал свои опыты. Сначала он наблюдал, как при разрядах от электростатической (электро-

форной) машины происходит сокращение мышц лягушки. Потом он решил проверить, не производят ли такое же действие естественные электрические разряды — молнии. С этой целью он при помощи медных крючков подвесил свежепрепарированные лапы лягушки на железную ограду балкона. Оказалось, что судорожные сокращения мускулов происходят и без молнии, т. е. без искры, стоит лишь лапе лягушки прикоснуться к железной ограде. Этими наблюдениями врач Гальвани сделал величайшее открытие в физике того времени, но ни он сам, ни его современники-физики не смогли правильно понять и объяснить наблюдаемые ими факты.

В результате своих опытов Гальвани пришел к ложному выводу, что источником электричества в этом случае является живая ткань лягушки. На этом основании он создал теорию «животного электричества». Теперь-то мы знаем, что в биологических тканях действительно протекают электрические процессы. Но в упомянутых опытах Гальвани речь шла совсем не об этом, не о тонких электрических процессах, протекающих в живой ткани, а о возникновении электричества при простом прикосновении разнородными металлами к препарированной (мертвой) лягушке.

Созданная Гальвани теория «животного электричества» вскоре стала общепризнанной и господствовала в науке длительное время, до тех пор, пока другой итальянский ученый (проживавший, правда, больше во Франции) не повторил эти опыты и не пришел на основании их к совершенно другому выводу. Этим ученым был Александр Вольта (1745—1827).

В своих мемуарах Вольта пишет, что он повторил опыты Гальвани и получил тот же самый результат, но пришел к заключению, что электричество содержится не в живой ткани, а в тех разнородных металлах, которыми Гальвани прикасался к препарированной лягушке.

Вольта установил, что электродами в опытах Гальвани служили медь и железо, а мышцы лягушки (вернее, их лимфа)¹ служили лишь промежуточной средой — электролитом. Поняв это, Вольта сумел сделать первый искусственный источник электрического тока — вольтов столб, собранный из последовательно соединенных одинаковых элементов, из которых каждый состоял

¹ Л и м ф а — межклеточная, или тканевая, жидкость, заполняющая межтканевые пространства и лимфатические сосуды.

из чередующихся медных и цинковых кружочков, проложенных суконными прокладками, смоченными в растворе кислоты или щелочи.

В память о заслугах того, кто первым наблюдал появление электрического тока между двумя металлами, соединенными жидкостью, Вольта назвал свои элементы гальваническими. Мы и сейчас пользуемся этим названием.

Изучая историю развития учения об электричестве, можно убедиться, что новая трактовка опытов Гальвани не без препятствий сменила старую, уже признанную. Сам Гальвани резко выступал против «металлической», как он называл, теории электричества, созданной Вольта. Дело доходило даже до взаимных оскорблений и анонимных писем с угрозами. Такова была сила инерции уже принятого однажды понятия.

Победил, как мы знаем, Вольта. Он одержал победу потому, что его теория была более прогрессивной, хотя и не совсем точной с точки зрения современных представлений.

Теория «животного электричества» Гальвани не привела, как известно, ни к каким практическим результатам, а теория Вольта позволила создать искусственные источники электрического тока и тем самым помогла сделать огромный шаг вперед по пути изучения электрических процессов. Теперь можно без преувеличения сказать, что, не будь в свое время созданы гальванические элементы, мы не имели бы столь развитой электротехники.

Во всей этой истории поучительно то, что два ученых, и не рядовых, а оставивших глубокий след своей деятельности и в других областях исследований, произвели один и тот же опыт, получили одни и те же результаты (т. е. один и тот же факт), но выводы из этих опытов они сделали совершенно различные. Теория первого была бесплодной и, как мы знаем теперь, неправильной, а теория второго стояла ближе к истине и потому позволила ее автору прийти к величайшему открытию своего времени. Если иметь в виду все последующие работы по электричеству, включая опыты Эрстеда и Фарадея, то легко прийти к выводу, что в первой гальванической батарее — в вольтовом столбе — уже были заложены основы современных электростанций.

Единственный ли это случай, когда ученые, исследователи приходили к ложным выводам на основе собственных опытов? Нет, не единственный. Таких примеров много.

Вот случай, который ближе всего к нашей современности. Выдающийся немецкий физик Генрих Герц, изучая творческое наследие великого Фарадея и Максвелла, пришел к мысли о возможности экспериментально подтвердить существование электромагнитных волн, природа которых вытекала из общей теории распространения электромагнитного поля, созданной Максвеллом в 1863 г. Герц первым построил в 1888 г. генератор электромагнитных волн в виде элементарного вибратора, который до сих пор носит это название, и первый осуществил простейший способ приема этих волн. Он первым поставил опыты по передаче электромагнитных волн без проводов и изучил их преломление и отражение от различных твердых предметов. Однажды, после публичной демонстрации действия на расстоянии генерированных электромагнитных волн на приемный индикатор, кто-то спросил:

— Скажите, пожалуйста, господин Герц, какое значение может иметь ваше открытие для человечества, для последующего развития техники?

Он подумал немного и ответил:

— По-моему, никакого. Слишком малы те расстояния, на которые можно передавать электромагнитные волны. (Опыты проводились в пределах одной аудитории.)

Теперь все знают, что история убедительно опровергла эти слова знаменитого ученого. Прошло всего несколько лет, как другой пытливый человек — преподаватель физики минного офицерского класса Кронштадтского военно-морского училища Александр Степанович Попов, демонстрируя своим слушателям тот же самый опыт Генриха Герца по передаче электромагнитных волн на расстоянии, пришел к совершенно другому выводу. Глубже задумываясь над природой электромагнитных волн, анализируя возможное применение этого явления, он пришел к твердому убеждению, что электромагнитные волны могут быть надежной основой для осуществления беспроводной связи. Эту мысль он со всей ясностью высказал в 1889 г.

Он деятельно изыскивал и разрабатывал способы увеличения дальности действия генератора электромагнитных волн и вскоре создал антенну, без которой в наше время не обходится ни одно радиотехническое устройство связи. Потом он усовершенствовал когерер — первое устройство для приема радиоволн, основанное на свойстве металлических порошков повышать свою электропроводность под влиянием высокочастотных электрических колебаний. В 1895 г. А. С. Попов настолько усовершенствовал это устройство, что оно стало автоматически возвращаться в рабочее положение после каждого приема радиосигнала.

Эти и многие другие усовершенствования позволили А. С. Попову построить первые в мире передатчик и приемник, предназначенные для осуществления беспроводной связи. 25 апреля (7 мая) 1895 г. А. С. Попов установил свой передатчик в здании Химического института Петербургского университета, а приемник в другом помещении, находившемся на расстоянии 250 м, где проходило заседание Физико-химического общества. С помощью этой аппаратуры, изготовленной, кстати сказать, им самим в творческом содружестве с лучшим другом и помощником П. Н. Рыбкиным, А. С. Попов передал первую в мире радиограмму. Она на глазах у всех членов Общества была принята, и мы знаем ее содержание. В первой радиограмме, переданной в эфир, Александр Степанович Попов выразил дань уважения к тому, кто первым осуществил передачу электромагнитных волн без проводов,— Генриху Герцу. Первыми словами, переданными по первому в мире радиотелеграфу, были: «Г Е Н Р И Х Г Е Р Ц».

Вот вам и еще один факт — опыт один, а выводы, сделанные из него двумя учеными, совершенно различные. Один из них не оценил практического смысла собственного опыта и потому не развил его, а другой усмотрел в нем великое будущее и потому пришел к замечательным достижениям, обогатившим человечество и ставшим гордостью русского народа.

Конечно, не обошлось без трудностей. Царские чиновники из Научно-технического комитета чинили А. С. Попову немало препятствий. Но были у А. С. Попова и друзья, в числе которых в первую очередь надо назвать вице-адмирала Степана Осиповича Макарова, который сам был крупнейшим новатором в русском флоте. Он

первым применил во флоте минные катера для атак против броненосных кораблей в русско-турецкой войне 1877—1878 гг. Он спроектировал первый в мире мощный ледокол «Ермак» и участвовал в его постройке. Он изобрел бронебойный наконечник для артиллерийских снарядов и многое другое. Поэтому он хорошо понимал трудности, которые испытывал неутомимый изобретатель А. С. Попов.

В 1899 г. под руководством А. С. Попова и его неизменного помощника П. Н. Рыбкина, как уже было сказано, была организована радиосвязь между островом Гогланд и городом Котка во время операции по снятию севшего на камни броненосца «Генерал-адмирал Апраксин».

Опыты по установлению беспроводной связи носили практический смысл, и можно сказать, что в России с этого времени началось применение радиосвязи.

В России же, как мы уже видели, родилась и радиолокация — величайшее изобретение в области применения электромагнитных волн за последние 50 лет. При создании его тоже не обошлось без двух различных оценок фактов, положенных в основу изобретения.

ТЕРНИИ НА ПУТИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Волнующие строки о борьбе научных мнений можно найти и в летописи наших дней.

Мы живем в век изумительных открытий в области атомной энергетики, превращения одного вещества в другое, о чем веками мечтали алхимики. Эти мечты сбылись в наше время. С помощью современных средств воздействия на атомное ядро человек научился превращать одни химические элементы в другие и при этом высвобождать огромное количество скованной энергии. Раскрепощен еще один колосс природы — внутриядерные силы.

Так ли гладко, как может показаться на первый взгляд, при современном победном шествии науки, развивались представления об этих силах в сознании даже самых крупных ученых нашего времени? Нет, далеко не гладко.

Первые исследования по атомной физике связаны, как известно, с именами таких крупнейших ученых, как

Нильс Бор и Эрнест Резерфорд. В июне 1919 г. в журнале «Философический мэгэзин» Резерфорд опубликовал данные о своих исследованиях по бомбардировке атомов азота альфа-частицами. В результате этого ему удалось получить кислород и водород. Это было открытие поистине огромного значения, сравнимое разве только с переворотом в сознании людей, совершенным Коперником.

Ко времени опытов Резерфорда многие уже осознавали, что внутри атома дремлют огромные силы и что рано или поздно можно будет овладеть внутриядерной энергией. Например, один из крупнейших немецких физиков — лауреат Нобелевской премии Вальтер Нернст писал в 1921 г.: «Можно сказать, что мы живем на острове, сделанном из пироксилина. И благодарение богу, что мы пока не нашли еще спичку, которая могла бы поджечь его».

Однако сам Резерфорд, сделавший больше всего для атомной физики, заявлял, что человечество никогда не сможет использовать энергию, дремлющую в атоме. Выступая на годовичном собрании Британской ассоциации физиков в 1933 г., Резерфорд утверждал, что люди, толкующие о возможности получения атомной энергии в больших масштабах, «говорят вздор». Такого мнения он придерживался до последних дней своей жизни.

К сожалению, и некоторые наши ведущие физики длительное время придерживались примерно такого же мнения. Для них авторитет Резерфорда был непререкаемым. Иная точка зрения на факт существования внутриядерных реакций должна была еще завоевывать себе признание. Фриц Хоутермас, например, в документе, адресованном в 1932 г. Технической академии в Берлине, утверждал, что «эта мельчайшая, только что открытая в Кембридже частица (имеется в виду нейтрон, открытый Чэдвиком) может оказаться отличным средством высвобождения могучих сил дремлющей материи». Однако его слова в то время не привлекли к себе должного внимания.

Вскоре виднейший французский ученый Фредерик Жолио-Кюри заявил:

«Мы отдаем себе отчет в том, что ученые, которые могут создавать и разрушать элементы, способны также осуществить ядерные реакции взрывного характера.

...Если удастся осуществить такие реакции в материи,

то, по всей вероятности, будет высвобождена в огромных количествах полезная энергия».

Но даже и после этого очки скептицизма на носу некоторых ученых, государственных деятелей не позволили увидеть открывающихся перспектив. В 1939 г., т. е. уже много лет спустя после начала исследований по атомной физике, один из основоположников современной атомной физики — Нильс Бор указывал своему коллеге Вагнеру на 15 веских доводов, в соответствии с которыми, по его мнению, практическое использование процессов деления было невозможно. И примерно в это же время всемирно известный ученый Альберт Эйнштейн уверял американского репортера Лоуренса в том, что он не верит в высвобождение атомной энергии.

Теперь все знают, на чью сторону встала история в этом вопросе. Наука победно вышла на путь широкого использования атомной энергии во всех ее видах — от меченых атомов до гигантских атомных электростанций.

Так решилась судьба еще одного научного спора.

Но, может быть, все эти примеры характерны лишь для прошлых лет? Может быть, теперь уже нет таких фактов и наблюдений, которые неправильно понимаются или истолковываются? Может быть, наука стала все-сильной и теперь без ошибок все объясняет? По-видимому, так многим и представляется.

Но, как бы сильны мы ни были «задним умом», как бы нам ни казалось, что мы стали умнее и гораздо лучше разбираемся в окружающих нас фактах, чем это делали наши предки, на самом деле по отношению ко многим проявлениям сил природы, по отношению ко многим фактам нашей современности мы все еще стоим примерно в прежнем положении.

Да иначе и быть не может. Ибо ведь факты — это наша практика. А практика сама находится в состоянии непрерывного развития и совершенствования. Практика как критерий истины в одно и то же время и абсолютна и относительна. Она абсолютна, так как только в практике, только в фактах, только в прямых и конкретных наблюдениях можно найти подтверждение или опровержение правильности любых наших представлений, любых теорий. Но она и относительна, так как подтвердить или опровергнуть наши представления при их истолковании любая практика может только в условиях своего времени, своих, конкретно сложившихся ограничений.

Критерий практики никогда не может быть абсолютно завершенным, раз и навсегда установленным или преподанным. Факт сам по себе — это только внешнее проявление события, внутренняя же взаимосвязь его с другими событиями, с другими явлениями раскрывается лишь нашим сознанием.

ДРАМА ВЕЛИКОГО НЬЮТОНА

Первое, что воспринимает человек, появившись на белый свет,— это именно белый свет. Но представления о природе света до сих пор еще находятся в стадии развития.

Первые люди на Земле принимали свет как дар небес, как божественную силу. Они представляли его таким, каким видели, т. е. белым. Они видели и радугу, возникающую после дождя в мельчайших капельках воды, но сколько поколений сменилось, пока человек связал эти два явления между собой и понял, что белый свет — это сумма нескольких совсем не белых цветов — сумма цветов радуги. Теперь каждый школьник знает это. Он знает также и то, что луч белого света, если его пропустить сквозь трехгранную призму, разложится на составляющие цветные лучи. Если же сложить получившиеся простые цвета, вновь пропустив их, например, сквозь другую трехгранную призму в обратном направлении, то можно получить опять белый свет. Можно сложить даже не все, а только некоторые, так называемые основные, взаимно дополнительные цвета (красно-зелено-голубой или желто-синий), и получится тот же видимый белый свет. Этого можно достигнуть, если при сложении цветов регулировать и их яркость.

Так, через опыты Ньютона по разложению света на его составляющие, поставленные им в 1666—1672 гг., человек познал, что белый свет состоит из нескольких окрашенных цветов.

Однако при жизни Исаака Ньютона даже эти простые опыты с трехгранной призмой были встречены с большим недоверием. Нам теперь представляется, что и спорить-то здесь было не о чем. Но мысль о сложности белого света, открытие простых цветов и, наконец, установление связи между цветностью и коэффициентом преломления для современников Ньютона были совсем неожиданными и новыми.

Результаты своих опытов и выводы из них Ньютон изложил в рукописи под названием «Новая теория света и цветов». Когда эта рукопись была получена Королевским обществом (Британская академия наук), то для рассмотрения ее была назначена комиссия в составе трех видных ученых того времени — Р. Гука, С. Уорда и Р. Бойля.

В своем отзыве Гук в нескольких строках отдает должное тщательности и изяществу опытов, но возражает против того, что гипотеза, извлекаемая Ньютоном из опытов, правильна. Он не согласен с тем, что цвет является неотделимым первоначальным свойством лучей. «Утверждать, что все цвета содержатся как таковые в простом световом луче, было бы,— писал Гук,— то же самое, что говорить о наличии всех звуковых тонов в воздухе органичных мехов или в струне скрипки, из которых они извлекаются». Разложение белого света на простые цвета в стеклянной призме вызывается, по Гуку, возмущением простого волнового движения в самой призме.

Почти одновременно с Гуком критиками теории и опытов Ньютона выступили Х. Гюйгенс и многие другие оппоненты.

Все это не могло не влиять на душевное равновесие гениального экспериментатора, уверенного в своих опытах. В письме к секретарю Королевского общества Ольденбургу от 8 марта 1673 г. Ньютон просит вычеркнуть его из списков академии. В другом письме, датированном 23 июня 1673 г., Ньютон пишет, что он не желает больше заниматься естественными науками и отказывается отвечать на критические статьи и письма, так как не желает быть вовлеченным в бесполезные пререкания.

К счастью, Ольденбург уговорил Ньютона остаться членом Королевского общества, и тот еще долго сотрудничал в нем. А для гарантии его членства руководство Общества освободило Ньютона от уплаты членских взносов в сумме 1 шиллинг в месяц. (В Английской академии наук и до сих пор академики вносят деньги за свое членство.)

Так проходила борьба за признание даже таких, казалось бы, простых истин, как открытые в опытах Ньютона по разложению стеклянной призмой обычного белого света.

Теперь о свете известно, конечно, гораздо больше. Мы знаем, например, что за видимым спектром излучения

есть еще и невидимый «свет» — за видимыми фиолетовыми лучами следуют невидимые ультрафиолетовые лучи, а за красными — инфракрасные. Если полагаться только на наш собственный глаз, который может реагировать лишь на волны длиной от 0,4 до 0,8 микрона, т. е. только в весьма ограниченной области спектра излучения, то нельзя было бы обнаружить ни ультрафиолетовых, ни инфракрасных, ни каких-либо других лучей из числа уже известных к настоящему времени — ни Рентгеновых лучей, ни гамма-лучей, ни радиоволн самых разных длин и т. д.

Вот и выходит, что наш опыт, наша практика, всем известные факты весьма относительны. Человек принимал как несомненный факт и свет и радуго, но не мог связать их в одно понятие, не мог представить себе, что природа их одна и та же. Потребовалось время для создания таких технических средств, которые позволили искусственно разложить белый свет на составляющие и тем раскрыть его природу.

Но и новые опытные данные (новые факты), позволяющие доказать, что свет состоит из вполне определенных, конкретных цветов, соответствующих цветам радуги, опять-таки были далеко не полными. Ведь глазом нельзя обнаружить ни более коротких, ни более длинных волн, хотя, как мы знаем теперь, они имеют одну и ту же природу — это электромагнитные волны.

Только в 1800 г. В. Гершель показал, что за красными лучами в спектре есть еще лучи, которых мы не видим. Он назвал эти лучи инфракрасными. И это открытие было сделано с помощью такой же стеклянной призмы, какой пользовался Ньютон. Только Гершель применил для регистрации света не простое наблюдение глазом, а термометр. При этом он обнаружил, что, перемещаясь за границу красного цвета, т. е. в ту сторону, где для глаза уже нет никаких лучей, термометр продолжает показывать присутствие какого-то таинственного излучения.

Так были обнаружены (открыты) невидимые для глаза инфракрасные лучи, входящие в качестве составной части в световые лучи Солнца или любого другого нагретого тела. Опыты Гершеля сильно расширили представления о природе света и дали толчок для дальнейших новых исследований в этой области.

Однако процесс познания бесконечен. Поэтому без

преувеличения можно сказать: да, теперь нам действительно многое известно о природе света. Но заявить, что мы уже все о нем знаем, все равно нельзя.

ШИРЯТСЯ ПОЗНАНИЯ О ВОЛНАХ

Во времена Ньютона считали, что свет — это мельчайшие частицы (корпускулы), которые попадают в глаз и там вызывают соответствующее раздражение. Потом опытами Гюйгенса было доказано, что свет имеет волновую природу, которая наиболее ярко проявляется при явлениях дифракции и интерференции.

Если взять в руки линейку с очень частыми делениями, например логарифмическую, и направить ее на источник света (по направлению к солнцу или к нити лампы накаливания) и смотреть вдоль этой линейки под очень малым углом зрения (лучше всего вдоль равномерной и самой мелкой шкалы), то мы увидим чередующиеся цветные полосы — цвета радуги. Происходит это потому, что свет, отражаясь от каждого штриха, достигает поверхности сетчатки нашего глаза в разное время. В этом случае волны, складываясь, взаимно ослабляются, даже совсем уничтожаются или, наоборот, усиливаются. Как говорят, волны интерферируют между собой.

Дифракцию света лучше всего можно наблюдать при прохождении света через узкие щели или отверстия, а также при отражении света от мелкой решетки. В приведенном примере штрихи логарифмической линейки и играют роль такой дифракционной решетки.

Явление дифракции света, а точнее говоря, внешняя картина, наблюдаемая при этом явлении, послужила в свое время довольно веским основанием для заключения о том, что и материальные частицы (такие, как электроны, протоны и т. п.) также имеют волновую природу.

В 1927 г. Л.-Х. Джермер и К.-Д. Дэвиссон поставили в США опыты по отражению электронов от кристаллов твердого тела, а также по прохождению пучка электронов через весьма узкие отверстия. При этом они обнаружили, что электроны рассеиваются и отражаются в этих случаях по вполне определенному закону. На флюоресцирующем экране, на который они падают, в результате такого отражения образуются изображения в виде пра-

вильных концентрических кругов различной интенсивности. По внешнему виду эти круги точно такие же, какие образуются при дифракции света. Внешнее сходство наблюдаемых картин было столь поразительно и вместе с тем столь убедительно, что у авторов опытов и в особенности у их последователей невольно возникало желание перенести законы, характеризующие волновую природу света, и на материальные частицы.

В это же примерно время советский физик Валентин Александрович Фабрикант ставил опыты по прохождению электронов через малые отверстия в металлах и получил аналогичные дифракционные картины при очень малой плотности электронного тока. Суммарный эффект прохождения электронов через такие отверстия дал такую же картину, как и волновая дифракция.

Теперь мы уже не сомневаемся, что электроны и другие материальные частицы действительно при некоторых условиях ведут себя как волны. Но этот дуализм в теории познания элементарных частиц свидетельствует лишь о недостаточности наших знаний об их истинной природе и в особенности о природе их взаимодействия с другими материальными телами и полями.

Опыты Джермера и Дэвисона, одно время считавшиеся чуть ли не самым главным доказательством волновой природы электрона, в настоящее время уже нельзя толковать так просто. Новые, более совершенные опыты по дифракции электронов свидетельствуют о том, что картина, получающаяся на светящемся экране или на фотопленке, куда падают электроны после прохождения малых отверстий, может быть почти такой же и в том случае, когда в камере мимо отражающего кристалла будет проходить не по два и не по несколько электронов, а только по одному в каждую единицу времени. Практически это уже осуществлено. В этом случае ни о каком одновременном взаимодействии электронов с отражающей решеткой не может быть и речи, значит, не может быть и интерференции электронов (т. е. сложения или взаимного вычитания волн) в месте падения их на экран. Каждый электрон в этом случае будет сам по себе проходить мимо отражающей поверхности и сам по себе достигать экрана наблюдения. Однако, как показал эксперимент, конечное распределение электронов на экране наблюдения и в этом случае получается точно таким же, как и при дифракции света.

Выходит, что наблюдаемый факт внешне как бы один и тот же, а причины, вызывающие явление, совершенно различны. И сколько еще таких фактов, которые мы оцениваем по первому впечатлению!

Когда было открыто радио, то считалось, что для целей связи длинные волны более ценны, так как они позволяют устанавливать связь на значительно большие расстояния, чем при использовании коротких волн. Короткие волны в этом отношении считались менее ценными. И как менее ценные для служебных целей они были отданы тогда на откуп радиолюбителям для их практической работы.

Тогда в этом не было ничего удивительного, так как казалось, что чем длиннее волны, тем сильнее они должны преломляться в земной атмосфере. С этой точки зрения волны такого рода могут распространяться на значительные расстояния, даже за горизонт земли. Они как бы огибают на некотором расстоянии поверхность земли. У коротких же волн это свойство менее выражено, поэтому они не могут распространяться так далеко за линией видимого горизонта.

Факт (т. е. практика) и теория (т. е. объяснение этого факта) находились в полном согласии.

Но радиолюбители, пользовавшиеся коротковолновыми диапазонами, очень скоро обнаружили, что на коротких волнах, вопреки предсказаниям специалистов, можно устанавливать связь на значительно большие расстояния, чем предполагалось раньше. Радиолюбители показали, что радиосвязь можно устанавливать вплоть до межконтинентальной и при очень малой мощности передатчиков.

В спешном порядке пришлось произвести переоценку ценностей. Было установлено, что короткие волны хорошо отражаются от верхних, ионизированных слоев атмосферы и поэтому обеспечивают прием их на невероятно больших расстояниях. Таким образом, теперь уже не длинные, а короткие волны стали считаться наиболее ценными для установления дальней связи. Оценка фактов сменилась на противоположную.

Радиотехники, работающие на коротких волнах, особенно радиолюбители, добиваются потрясающих успехов, устанавливая связи одна длиннее другой. Теперь весь мир опоясан такими линиями связи. Однако никому

даже в голову не приходило, что радиосигнал, посланный на коротких волнах, можно снова принять в том же самом месте, откуда он был послан. Только в 1947 г. советский инженер Н. И. Кабанов пришел к выводу, что радиосигнал, посланный в эфир на коротких волнах, многократно отражаясь от ионосферы и от поверхности земли, неминуемо должен вернуться к месту излучения. Отражение от поверхности земли не может быть строго оптическим, оно должно носить характер сложного распределенного отражения, поэтому в числе отраженных лучей должны быть и такие, которые в точности совпадают с направлением первоначального сигнала.

В зависимости от свойств и рельефа отражающей поверхности интенсивность отраженной энергии может быть различной, но она обязательно достигнет точки излучения.

Это было новое и смелое умозаключение. Многим оно казалось невероятным. Длительное время спор складывался не в пользу Кабанова, но в конце концов его точка зрения победила, и в 1960 г. Комитет по делам открытий и изобретений выдал Н. И. Кабанову диплом на открытие «эффекта Кабанова».

Теперь этот эффект очень хорошо проверен и подтвержден. Радиотехника и радиолокация обогатились еще одним мощным средством «просматривания» местности далеко за пределами горизонта земли. Эффект Кабанова дает возможность не только обнаруживать те или иные изменения на обследуемых участках земной поверхности, но и быстро определять наивыгоднейшую волну, необходимую для установления связи с любым пунктом земли. Направляя в заранее рассчитанное место радиосигнал на той или иной волне и регистрируя интенсивность пришедшего «радиоэха», нетрудно установить, какая из посылаемых волн дает наилучшие результаты.

Так было открыто еще одно очень интересное явление в физике распространения радиоволн.

Можно ли сказать, что мы знаем уже все о радиоволнах, что в дальнейшем в этой области не будет открыто каких-либо новых явлений? Конечно, нет. Практика и теория находятся в постоянном развитии, непрерывно дополняя и оплодотворяя друг друга. Многие из того, что сегодня нам кажется абсолютно правильным, завтра опровергается новой практикой.

Каждый специалист, изучая историю своей дисциплины, обязательно найдет факты, отношение к которым с течением времени претерпевало коренные изменения.

Известь, например, тысячелетиями применялась в строительном деле только в гашеном виде. А вот изобретатель С. И. Смирнов доказал, что можно не только применять ее в негашеном виде, но и получать на ее основе камни особо высокой прочности. По методу Смирнова получены камни, пригодные даже для изготовления мельничных жерновов.

Профессор А. В. Улитовский, многое сделавший для прикладной физики, умел находить оригинальные пути решения даже тех задач, которые на основании общеизвестных фактов считались неразрешимыми. Он первым, например, предложил способ прокатки жидкого металла. Специалисты пытались доказать, что сделать это невозможно, так как при любой системе охлаждения валки все равно разогреются и расплавятся. А Алексей Васильевич не только доказал полную реальность своего метода, но и продемонстрировал прокатку жидкого чугуна, имеющего температуру плавления около 1400°C , валками из алюминия, температура плавления которого всего 660°C .

В чем же здесь дело? Конечно, если валки охлаждать водой обычным способом, то такого теплосъема действительно будет недостаточно, чтобы снизить их температуру ниже точки плавления. Но разве охлаждение валков проточной, пусть даже холодной водой — единственный способ?

А. В. Улитовский применил воду не в виде сплошного потока, а в виде дисперсной (т. е. раздробленной на мельчайшие частицы) массы, подаваемой на внутренние стенки валков под высоким давлением. В этом случае тепло расходуется уже не только на нагрев воды до температуры кипения, но и на процесс полного испарения ее. Это позволило резко увеличить теплосъем со стенок валков и прокатка жидкого чугуна стала возможной.

Чугун в твердом состоянии, как известно, не катается, он хрупок, и получение из него листа обычными способами невозможно, а вот новый подход к задаче дал желаемый результат. Этот метод получил широкое раз-

витие, его авторы были удостоены Государственной премии, и теперь существуют заводы по производству чугунного листа методом прокатки металла в жидком виде.

Как видим, к оценке фактов надо подходить с умом и осторожно. То, что сегодня считается невозможным на основе всем известных фактов, завтра становится возможным на основе более глубокого их анализа.

Примеры противоречивых выводов из одних и тех же фактов можно найти и в наше время. Таких примеров немало. Вот один из них.

Если пропустить электрический ток по цепи, состоящей из разнородных проводников, то каждое место соединения этих проводников помимо джоулева тепла будет выделять (а в некоторых случаях поглощать) еще некоторое дополнительное тепло в количестве, пропорциональном количеству прошедших электронов. Это так называемое явление Пельтье.

Существует несколько взглядов на сущность этого факта, однако точная его природа все еще остается загадочной.

Если температура электрической цепи, содержащей два спая из разнородных проводников, равна температуре окружающей среды, то совершенно естественно, что спай, который выделяет дополнительное тепло, при прохождении тока приобретает температуру более высокую, чем температура окружающей среды, а в том спае, который поглощает тепло, температура станет ниже температуры окружающей среды. В первом случае тепло будет отдаваться в окружающее пространство, во втором случае оно будет поглощаться из окружающего пространства, которое можно значительно увеличить, если систему искусственно сделать асимметричной (подробнее об этом говорится в главе «Навстречу девятому валу»). По отношению к холодному спаю в этом случае вся окружающая среда становится как бы «горячим телом». Это вполне логичный вывод, и он соответствует опыту.

Да иначе и быть не может, так как в каждом проводнике электроны по своему энергетическому состоянию строго соответствуют химической природе материала проводника. В двух соприкасающихся проводниках, изготовленных из различных металлов, обязательно будут различны и средние энергии электронов. Следова-

тельно, если электрон из проводника одной химической природы переходит в проводник другой химической природы, то меняется и его энергия, и ровно настолько, насколько отличается средняя энергия электронов в одном металле (проводнике) от средней энергии электронов в другом металле. При переходе через эту границу электрон обязательно отдает часть своей избыточной энергии новому проводнику, и она обнаруживается в виде тепла. Если же электрон перешел с меньшей энергией, чем та, которой обладают электроны в новом для него проводнике, то он, взаимодействуя с решеткой металла и с другими электронами этого нового для него проводника, отберет у него часть тепла, вызовет понижение температуры этого металла, так как часть энергии от других электронов решетки он примет на себя. Это проявится в виде охлаждения данного спая двух проводников.

Теперь все это представляется очевидным, как и то, что любая окружающая среда будет находиться во взаимодействии с этим процессом. И все же до сих пор некоторые специалисты, даже весьма известные и ведущие, вопреки логике отрицают такую возможность. Они утверждают: если холодные спай электрической цепи омываются водой примерно той же температуры, как и средняя температура проводов, то дополнительная энергия действительно может в этом случае черпаться из этой воды; если же воду исключить из этого процесса, то такого явления быть не может. По мнению этих специалистов, появление дополнительной энергии в этом случае было бы нарушением закона сохранения энергии и доказательством возможности создания вечного двигателя.

Получается очень странно и непонятно: если окружающей средой является вода, то из нее можно почерпнуть дополнительную энергию, а если воды нет, то и дополнительной энергии быть не может! Как будто, выключая воду, мы вместе с ней выключили и весь материальный мир, и нам осталось «великое ничто».

Да простят мне чрезмерно связанные «фактами» ученые: даже «всемогущий бог» и тот, вероятно, не смог бы избавиться от материальности мира, а они берут на себя сей непосильный труд. И это не в средние века, а в наше просвещенное время!

Значит, снова выходит, что факт существует, а выво-

ды из него делаются совершенно различные, вплоть до отрицания самого факта.

Люди, умудренные опытом, такую возможность всегда хорошо себе представляли. Великий физиолог Иван Петрович Павлов так учил нашу молодежь: «Изучая, экспериментируя, наблюдая, старайтесь не оставаться у поверхности фактов, не будьте в плену у фактов. Не превращайтесь в архивариусов фактов. Пытайтесь проникнуть в тайну их возникновения, настойчиво ищите законы, ими управляющие».

Подобный же настойчивый совет мы находим у Дмитрия Ивановича Менделеева. Это очень верный совет, и его непременно должен помнить каждый исследователь, каждый изобретатель. Иначе можно оказаться в смешном положении перед историей и наделать глупостей в своей практической работе.

У многих может возникнуть, конечно, вопрос: почему же даже у людей сведущих один и тот же факт, одно и то же событие вызывает различные толкования? В чем тут дело? Ведь все наблюдают одно и то же событие, один и тот же факт, иногда, казалось бы, бесспорный. Откуда же берутся разногласия?

Разногласия проистекают из того, что любое наблюдаемое явление природы, любое событие в реальном мире происходит вне зависимости от нашего сознания, от того, наблюдаем мы его или нет. А вот отражение этих фактов и событий в нашем сознании происходит уже на фоне наших конкретных знаний о других фактах и событиях. И одни, наблюдая какой-либо реальный факт, довольствуются лишь простой констатацией его, а у других он вызывает вереницы мыслей и побуждает их к творческому анализу, к нахождению взаимосвязи наблюдаемого факта с другими явлениями природы, с другими событиями. При этом анализирующая мысль идет как в сторону известных, так и в сторону предполагаемых, еще не открытых процессов, так как ум человеческий по природе своей способен и к синтезу, и к анализу разрозненных сведений. А это значит, что многое зависит не только от простой суммы знаний наблюдателя, не только от его подготовленности, но и в огромной степени от его мировоззрения, от системы его взглядов, от методологии.

По мере развития теории и практики меняется и наше отношение к фактам.

Все хорошо знают, что плотность лучистой энергии от любого источника излучения, включая лазер, с увеличением расстояния уменьшается обратно пропорционально квадрату этого расстояния. С детства мы видели и видим, что лучи света всегда только расходятся и никогда сами по себе не сходятся, т. е. не концентрируются. Устройство фокусирующих линз и объективов мы здесь не рассматриваем, так как лучи за точкой фокуса вновь расходятся в принципе так же, как они расходились и до линзы или объектива.

А если учесть, что любое светящееся тело не является геометрической точкой, а всегда имеет реальные размеры, то уже только по одной этой причине никакая линза, никакой объектив не могут создать даже параллельного луча. Исходящие из разных точек светящегося тела лучи будут падать на линзу под разными углами, под разными же углами будут и расходиться по выходе из нее. Это хорошо знакомо всем еще со школьной скамьи.

Однако в самое последнее время работами советского ученого Г. А. Аскарьяна, американца Ч. Таунса и других было теоретически доказано, а теперь подтверждено и экспериментально, что с увеличением амплитуды колебаний когерентного луча света (лазера) происходит настолько сильное взаимодействие последнего с самим веществом, в котором он распространяется, что под влиянием мощности луча многие константы вещества перестают быть константами в принятом понимании этого слова. Под влиянием большого значения вектора электрического напряжения этих колебаний такие общепризнанные константы вещества, как диэлектрическая постоянная, коэффициент преломления, коэффициент поглощения и др., начинают менять свои номиналы на пути распространения луча. В результате этого внутри вещества образуется сужающийся канал, как бы волновод с физическими постоянными, резко отличными от основной массы тела. Такое взаимодействие луча с веществом приводит к тому, что лучи света, вместо того чтобы расходиться по законам общей геометрической оптики, начинают сами по себе сходиться, т. е. самофокусироваться.

Диаметр такого самосконцентрированного пучка лучей в пределе может достигать одной-двух длин волн, и в таком нитевидном виде свет будет продолжать распространяться внутри среды. Плотность световой энер-

гии в этом случае может достигать огромных значений.

Явление это представляет большой интерес и с научной, и с практической стороны. Теперь его внимательно изучают в соответствующих учреждениях Академии наук СССР.

Вот вам еще один пример того, как привычные факты, привычные представления (даже о константах!) под влиянием новых экспериментальных результатов сменяются, прямо скажем, на противоположные. Этого надо было ожидать, так как диалектическое представление о вечности движения материи неизбежно приводит к выводу, что и константы в этом всеобщем динамизме не исключение.

Привычное понятие о коэффициенте преломления света как о неизменной константе в этом случае остается таким только до тех пор, пока влияние света на физические свойства самой среды, в которой он распространяется, незначительно и потому незаметно. Килограмм веса также ведь не остается постоянным на различных широтах. Все зависит от конкретных условий взаимодействия различных физических процессов. Любой факт, оторванный от этих условий, может привести к неправильному пониманию явления.

Перечень необычных явлений в привычном нам мире можно продолжать и продолжать. Каждый из нас может, подумав, вспомнить что-то подобное.

Не так давно научный сотрудник Института металлургии имени А. А. Байкова Академии наук СССР Константин Михайлович Климов с группой ученых провел серию весьма интересных и многообещающих опытов. Вот их суть.

В современной технике, как известно, особо важную роль играют тугоплавкие и особо тугоплавкие металлы и сплавы. Эти металлы обладают очень высокой прочностью, кристаллическостью и весьма трудно поддаются механической обработке, в частности прокатке или волочению. Чтобы прокатать, например, вольфрам до тонкой фольги, требуется провести не десятки, а сотни операций. И даже в этом случае получить фольгу нужной толщины из них нельзя. А между тем нужда в изделиях из этих металлов в современной технике очень велика.

Что же сделал Климов, чтобы преодолеть это затруд-

нение? Он изолировал друг от друга валки, которыми прокатывают металл, и соединил их с низковольтным источником электрического тока соответствующей мощности. Прокатываемый металл, попадая в просвет между валками, замыкает их, и через него проходит ток определенной величины. Вследствие этого металл мгновенно приобретает в месте соприкосновения с валками особо высокую пластичность и необычно легко прокатывается за одну операцию до заданной, сколь угодно малой толщины.

Убедительный пример того, как привычные, веками проверенные приемы прокатки металлов могут быть в корне изменены. Такой способ прокатки дает большой экономический и производственный эффект.

А если распространить этот метод на все прокатное и волочильное производство? Думается, что двух мнений здесь быть не может.

ВСТУПАЕМ В НОВЫЙ, НЕВИДИМЫЙ МИР

Созерцание без мышления утомляет. Когда у меня нет все новых и новых идей для обработки, я точно больной.

И. - В. Гете

Природа, создавая человека, открыла перед ним очень узенькое окно, через которое он может воспринимать красоту окружающего его мира. Чувствительность человеческого глаза к свету лежит в весьма ограниченном участке спектра электромагнитного излучения. Наш глаз может воспринимать только те волны, длина которых находится в пределах от 0,4 до 0,8 микрона. Все волны короче и длиннее — а их очень много — недоступны для человеческого глаза, они невидимы. Поэтому нам представляются прозрачными далеко не все предметы и среды окружающего мира. Для нас прозрачно только то, что хорошо пропускает сквозь себя электромагнитные излучения указанного выше диапазона волн. Все другие тела и среды воспринимаются нашим глазом как непрозрачные.

Однако прозрачных в обычном понимании тел и сред в природе очень мало, их буквально можно пересчитать по пальцам. Это — чистая

вода, воздух да некоторые естественные кристаллы (кварц, каменная соль, флюорит и т. п.). Даже если к этому списку естественных прозрачных тел и сред добавить все искусственные (такие, как стекло, светлые пластмассы, светлые жидкости и вакуум), то и в этом случае прозрачных объектов вокруг нас будет ничтожно мало по сравнению с необозримым количеством непрозрачных. Весь окружающий нас мир в основном непрозрачен. Вся флора и фауна, недра земли и их ископаемые недоступны нашему глазу для внутреннего наблюдения. Мы можем созерцать их только с поверхности.

С помощью глаз мы получаем наибольшее количество сведений об окружающей нас действительности; эти сведения мы считаем наиболее достоверными. Известно изречение, что лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. И все же человеческий глаз очень далек от совершенства. Он имеет ограничения не только по спектральной чувствительности, но и по ряду других свойств: он не видит, например, очень малых объектов наблюдения (и мы вынуждены пользоваться микроскопом); он не различает предметов, удаленных на большие расстояния (и это заставляет нас пользоваться телескопами), и т. д.

Словом, как и все другие органы чувств, глаз имеет свои жесткие ограничения, хотя устройство его изумительно тонко и сложно. Достаточно напомнить, что сетчатка глаза человека состоит из 140 миллионов ячеек, способных действовать безотказно в продолжение многих лет.

Человеческая мысль давно уже направлена на то, чтобы расширить пределы применимости человеческого глаза, дать возможность увидеть то, что недоступно ему по природным свойствам. И в этом направлении сделано немало.

Создание микроскопа в 1671 г. голландским мастером А. Левенгуком явилось первым крупным событием на этом пути. И пожалуй, нет сейчас ни одной научной или прикладной области знания (от медицины до металлургии и от биологии до агротехники), для развития которых микроскопы, или, как их называл М. В. Ломоносов, мелкоскопы, не сыграли своей исключительно важной положительной роли.

Уже первые, далеко не совершенные микроскопы позволили человеку увидеть тонкую структуру биологиче-

ской ткани, микроструктуру многих материалов и веществ, возбудителей различных болезней. Применение микроскопов в металлургии и металловедении позволило детально изучить сложную структуру металлов и сплавов и тем обеспечить прогресс в этой важной для народного хозяйства области техники.

С помощью микроскопов были открыты и установлены многочисленные научные факты. Микроскопы дали человеку возможность увидеть то, что было скрыто от него в силу малости размеров наблюдаемых объектов. Они ввели человека в совершенно новый, ранее неведомый для него мир микрообъектов.

Создание современных электронных микроскопов еще больше расширило возможности человека. С помощью электронных микроскопов сейчас наблюдают даже фильтрующиеся вирусы, т. е. субмикроскопические объекты.

Другим важным открытием, расширившим возможности наблюдения человеческим глазом, явилось создание телескопа, связанное с именем Галилея. С помощью телескопа человек увидел то, что ранее было скрыто от него в силу дальности наблюдаемых объектов.

Значение телескопов для развития общечеловеческой культуры также общеизвестно: они позволили установить законы движения небесных тел, открыть новые звезды, галактические туманности и т. д. Телескоп ввел человека в безбрежный океан звездного мироздания.

Однако человеческая мысль никогда не удовлетворяется достигнутым, она все время стремится вперед и вперед. Сейчас уже можно и обязательно нужно говорить о зарождении в наше время и развитии совершенно нового направления в области разработки средств прямого оптического наблюдения — **внутривидения, интроскопии**, что означает прямое и непосредственное видение внутри непрозрачных тел и сред. **Интроскопы** дают человеку возможность видеть то, что было скрыто до сего времени в силу непрозрачности.

Желание заглянуть внутрь изучаемых непрозрачных материалов, посмотреть на характер процессов, протекающих внутри непрозрачных сред, давно было заветной мечтой многих исследователей и практиков. Оно нашло отражение в многочисленных фантастических сочинениях и сказках и особенно укрепилось после открытия «таинственных» лучей Рентгена и Беккереля. Немало усилий было затрачено на разрешение проблемы видения в

непрозрачных средах, но только в наше время можно говорить о реальном ее решении.

Успехи современной физики и, в особенности, технической электроники определили совершенно новые и притом неожиданные перспективы в этом отношении. В принципе стало возможным преобразование любых невидимых для глаза излучений в оптически видимые изображения. Невидимых излучений в настоящее время известно уже много (гамма-излучения высоких энергий, рентгеновские излучения, инфракрасные излучения, радиоизлучения миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов), а кроме того, известны магнитные и электрические поля, упругие колебания высокой частоты, корпускулярные излучения различных видов и многое другое, что также обладает высокой проникающей способностью. И мы можем использовать это свойство для проникновения внутрь изучаемых непрозрачных материалов или процессов. В сочетании с новейшими методами электронного преобразования эти излучения позволяют практически осуществить видение в любой непрозрачной среде и сделать, таким образом, весь окружающий нас непрозрачный мир как бы прозрачным.

Значение интроскопии для современной науки и техники очень велико. Она в огромной степени расширяет естественные пределы применимости человеческого глаза, открывает перед нами как бы еще один новый и интереснейший мир.

В медицине она необходима для наблюдения за работой внутренних органов человека, для ранней диагностики таких тяжелых заболеваний, как злокачественные опухоли, для исследования внутренних кровоизлияний и твердых отложений на стенках кровеносных сосудов, для изучения процесса старения и склероза организма.

А сколько научных исследований, для успеха которых так необходимо видеть в тех областях спектра и в тех излучениях, где человеку не дано видеть!

Известно, что все окружающие нас тела испускают те или иные волны. Все химические и биологические процессы также сопровождаются излучениями. Если бы мы уже имели в своем распоряжении богатый арсенал принципиально возможных средств интроскопии, то мы увидели бы бесчисленное количество новых красок, которыми так богат мир. Мы могли бы, по желанию, смотреть на мир другими глазами, могли бы узнать, как ви-

дят некоторые другие обитатели Земли, спектральная чувствительность органов зрения которых отличается от чувствительности человеческого глаза. Перед нами могло бы открыться еще много новых окон в мир.

Интроскопия необходима для объемного исследования качества металла, наблюдения процессов кристаллизации металла в изложницах, и в особенности при непрерывной разливке стали, исследования кинетики объемных реакций в металлургии и химии, равномерности распределения легирующих добавок, для контроля горячего металла в потоке на однородность и сплошность его в прокатном производстве и для многого другого.

Средства интроскопии приобретут большое значение в доменном и мартеновском производствах для контроля за состоянием теплоизоляционных кладок в процессе производства металла. Из-за неравномерного выгорания и раскисления, из-за неоднородного качества огнеупоров в ходе работы доменных печей непрерывно изменяются геометрические размеры и форма внутренней футеровки. По этой причине порой происходят крупные аварии. Частые же профилактические остановки печей приводят к неоправданным экономическим потерям. Использование радиоволн, в особенности сантиметрового и миллиметрового диапазонов, для постоянного наблюдения за состоянием футеровки позволит избежать этих потерь, повысить надежность работы подобных сооружений.

В машиностроении интроскопия необходима для исследования остаточных напряжений в металлах и в других непрозрачных материалах после их термической или механической обработки, для изучения зон перекристаллизации при закалке и отжиге, для исследования степени усталости ответственных деталей и узлов различных машин, процессов горения твердого или жидкого топлива в камерах высокого давления, механизмов трения и т. п.

Сейчас даже трудно перечислить все области науки и техники, которые нуждаются в средствах объемного исследования.

В полупроводниковой технике, например, интроскопия необходима для исследования совершенства кристаллической структуры монокристаллов, для выявления зон дислокаций, для исследования электрической неоднородности, степени надежности, для обнаружения включений, для изучения электрических процессов на границах $p-n$ переходов и т. п.

В гидротехнике средства объемного исследования необходимы для контроля подводных частей сооружений, для совершенствования ответственных узлов и механизмов.

В строительном деле интроскопы необходимы для контроля качества бетонных сооружений, для определения добротности древесины и других строительных материалов.

Средства интроскопии необходимы для улучшения условий работы портов и аэродромов в условиях густого тумана, дождя или снега, для видения сквозь облака и т. д. В будущем они потребуются, по-видимому, и при глубинном бурении, и для исследования недр земли с подвижных подземных снарядов.

В настоящее время серьезно ставится вопрос о глубинном бурении со дна океана или моря. И в этом случае большую помощь технике бурения могут оказать средства интроскопии. Они будут необходимы для дистанционного наблюдения (видения) в глубоководных слоях, в илистых отложениях и, наконец, для поиска места скважин в случае обрыва инструмента.

Список областей применения интроскопии можно было бы продолжать еще и еще, но в этом нет никакой необходимости. Всякому ясно, что весь окружающий нас мир — это мир объемных тел и предметов, и поэтому средства объемного исследования их без разрушения должны занимать все большее место в нашей практике. Любая машина, любая деталь машины — это объемное тело, и работают они, как правило, всем своим сечением, всем своим объемом. Понятно, какое огромное значение имеют эффективные средства и методы контроля качества каждой детали.

Хочется отметить, что еще Петр I придавал большое значение проблеме качества и надежности. Широко известен его указ, изданный в связи с плохим качеством ружей, поставленных Тульской оружейной фабрикой царскому войску. Напомним, что царь повелел хозяина фабрики Корнилу Белоглаза бить кнутом и сослать в работы в монастырь, «понеже он, подлец, осмелился войску государеву продавать негодные пищали и фузеи». А контролера «старшину Фрола Фукса бить кнутом и сослать в Азов, пусть не ставит клейма на плохие ружья».

В Вавилоне еще четыре тысячи лет назад существо-

вал такой закон: если обваливался дом, то архитектора, построившего этот дом, предавали смертной казни. Если же при обвале дома гибли члены семьи его владельца, то предавали казни и членов семьи архитектора.

До недавнего времени мы ограничивались исследованиями состава и качества материалов или выборочно, или только с поверхности (микрофотографирование, спектральный анализ, рентгеноструктурный анализ, химический анализ). Но эти методы удовлетворяют только в том случае, если есть полная уверенность в однородности материала по всей толще, если проба, взятая с поверхности, будет однозначно характеризовать материал по всему объему.

Практика же показывает, что наблюдений с поверхности недостаточно. И для того чтобы разрешить это противоречие, необходимо всемерно развивать средства объемного исследования. Интроскопия в этом отношении и будет едва ли не самым мощным средством получения информации о технологических процессах и свойствах тел.

С помощью интроскопии человек не только расширит возможности объемного контроля руд, минералов, деталей машин, сооружений и т. д., но и откроет многие новые стороны различных процессов, которые до сего времени скрыты от наших глаз стеной непрозрачности.

Особенно важное практическое значение интроскопия получит в условиях автоматического управления и контроля за технологическими процессами. Современная автоматика и счетно-решающие устройства действительно могут делать чудеса. Но этот мощный арсенал современных средств автоматизации будет давать правильные ответы лишь тогда, когда в него будут правильно вводиться входные данные. Входные же данные нужно добывать непосредственно из самих технологических процессов и именно в тот момент, когда эти процессы протекают. При современном крупном и высокоскоростном производстве данные, отстающие от хода процессов, практически непригодны. В схемы автоматике должна вводиться только текущая информация, а чтобы получить ее, и притом непосредственно из внутренних областей процессов или материалов, необходимы средства объемного контроля. Помочь решить эту задачу в значительной степени может интроскопия.

В настоящее время началось применение средств ки-

бернетики в медицинской диагностике. Однако вычислительные машины могут успешно выполнить свою роль только при условии, что в них вводятся объективные входные данные, полученные непосредственно из живого организма. Средства интроскопии и в этом случае могут сыграть исключительно важную роль.

Случайно ли именно в наше время возникла идея интроскопии? Нет, не случайно. Возникновение ее определяется прежде всего потребностями общественного производства. На некоторые из них выше было уже указано. Если мы проанализируем общий характер этих потребностей, то должны будем сделать такой вывод: в современных условиях крупномасштабного и поточного производства совершенно по-новому формулируются требования к методам контроля технологических процессов и ответственных изделий. Если несколько лет назад в большинстве производств можно было довольствоваться выборочным контролем изделий, дефектоскопией, лабораторными исследованиями проб и образцов, то в настоящее время эти средства и методы сплошь и рядом оказываются далеко не достаточными. При производстве, например, сверхмощных установок (я имею в виду турбогенераторы мощностью в 100 тыс. и 500 тыс. кВт, атомные реакторы большой мощности, машины высокого давления и т. п.) выборочный контроль изделий уже недопустим. Качество материалов и деталей, идущих на сооружение таких объектов, должно иметь стопроцентную гарантию надежности. Такие же требования предъявляются при создании ракет и многоместных пассажирских самолетов; они неизбежно возникнут и перед отправкой будущих глубинных снарядов в сторону литосферы земли.

Уникальный характер, высокая стоимость, ответственное назначение этих сооружений определяют необходимость обеспечения самой высокой степени надежности. Повышенные же требования к надежности, в свою очередь, диктуют необходимость развития новых методов получения информации о свойствах тел.

Ярко выраженная тенденция современного технического прогресса — непрерывное увеличение концентрации материально-технических средств и инженерной мысли в одном сооружаемом объекте, будь то воздушный лайнер или ракета, атомоход или автоматизированная домна. Примеры мы видим всюду. Достаточно сказать, что

каждая из машин Красноярской гидроэлектростанции по своей мощности эквивалентна почти десяти Волховским гидроэлектростанциям. Мощности тепловых энергоблоков достигли почти фантастических размеров. Вдуматься только, какому количеству предприятий дают жизнь такие энергоцентры!

От надежности, от бесперебойной работы гигантских энергетических систем зависит жизнедеятельность не только отдельных фабрик и заводов, но и целых экономических районов. А если учесть, что современные тепловые энергоблоки в своем устройстве содержат километров 100 и более труб в одном агрегате и что любой сантиметр этих труб может вывести из строя всю эту гигантскую систему, то станет совершенно очевидным, почему требования к надежности, к качеству каждого сантиметра таких труб теперь неизмеримо возросли. Не менее важна проблема надежности и в других областях техники. Требования к качеству теперь настолько повсились, что их можно было бы охарактеризовать стопроцентной гарантией, теоретически степень надежности должна быть не ниже, чем 99,99999999 %.

Технико-экономическая эффективность любого нового технического сооружения теперь определяется не столько достигнутыми при этом высокими техническими параметрами, что, конечно, также очень важно, сколько долговременностью работы машины, агрегата, сооружения, конструкции и т. п. Именно это в конечном счете определяет их технико-экономическую эффективность, только в этом случае затраты общества на их сооружения могут быть оправданы.

При скоростном и поточном производстве многих видов изделий (металлических труб, листов, слябов, блюмсов, резиновых смесей, шин), при автоматической сварке металлов и сплавов, в производстве ответственных керамических изделий, пластмасс, стеклопластиков и т. п. также необходимы более надежные и более быстрые методы получения информации о ходе технологических процессов и качестве продукции, с тем чтобы эти данные могли быть непосредственно использованы для управления и корректировки самих технологических процессов.

Интроскопия как новый многоэлементный метод информации, несомненно, послужит очень ценным средством для решения подобных задач. В ряде случаев ме-

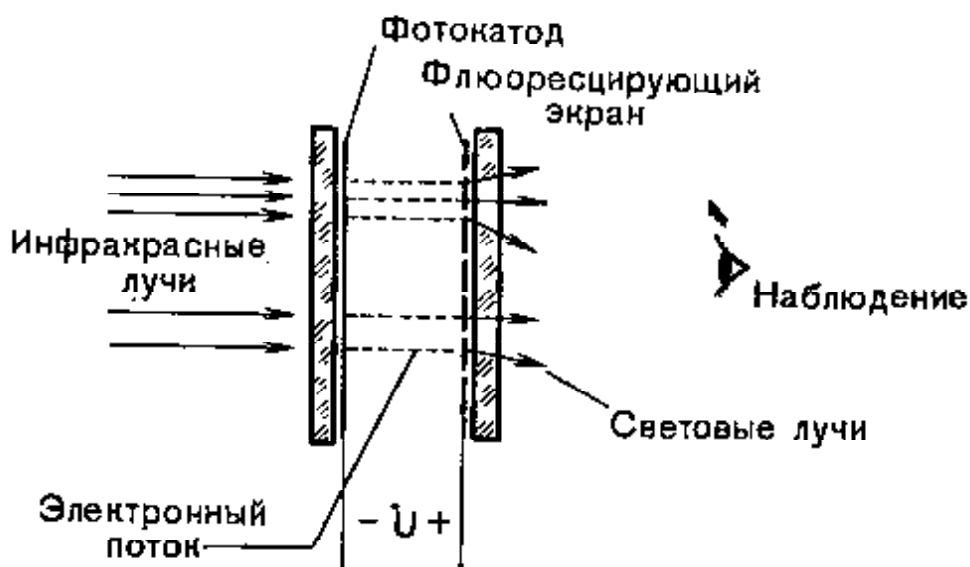


Схема преобразования «фотокатод — экран»

тоды интроскопии уже стали практически необходимыми при ускоренном контроле технологических процессов.

Если иметь в виду различные виды излучений (от гамма-квантов высоких энергий до радиоволн миллиметрового диапазона и от упругих колебаний высокой частоты до корпускулярных излучений) и их спектральный состав, то мы можем сказать, что в природе нет непрозрачных тел. Все зависит от правильности выбора вида и спектрального состава излучения. Для лучей нейтрино, например, и шар земной прозрачен.

Человеческая кровь в соответствующих условиях прозрачна даже в ближней инфракрасной области излучений, а большинство тканей живого организма прозрачно в области 12—14 микрон. Металлы и жидкости хорошо пропускают, как известно, ультразвуковые волны и кванты высоких энергий.

С точки зрения физических законов распространения и поглощения указанных видов излучений в твердых и жидких телах постановка проблемы интроскопии вполне правомерна. Но правомерна ли ее постановка в наше время с точки зрения технических возможностей решения? Положительный ответ мы должны дать и здесь. Успехи современной физики, а технической электроники в особенности, дают нам ключ к решению указанной проблемы.

Под видением в непрозрачных средах и телах я понимаю прежде всего прямое оптическое виде-

ние в отраженных и рассеянных лучах с заданным коэффициентом трансформации размеров изображений.

Чтобы показать реальность разрешения проблемы интроскопии уже в наше время, остановимся для примера на одном из видов техники этого рода — на **инфракрасной интроскопии**.

Выбор этот не случаен. Принцип видения в непрозрачных средах и телах в настоящее время можно наиболее наглядно показать именно на примере применения для этой цели инфракрасных лучей, так как техника преобразования их в оптически видимые изображения хорошо разработана.

Приборы, преобразующие невидимые инфракрасные лучи в оптически видимые, получили название **электронно-оптических преобразователей** (сокращенно — ЭОП). Впервые такой преобразователь был создан в 1934 г. голландским физиком Холстом де Буром. В дальнейшем системы ЭОП были усовершенствованы многими авторами. В настоящее время они являются уже вполне отработанными техническими приборами и могут применяться для решения ряда практических задач.

Кратко устройство и принцип действия электронно-оптических преобразователей инфракрасных лучей можно изложить так. В вакууме на две параллельные, обращенные одна к другой стеклянные поверхности наносятся два слоя с особыми свойствами. Один из них (первый по ходу лучей) является фотокатодом, чувствительным к инфракрасным лучам указанного диапазона волн, другой представляет собой тонкий слой вещества, способного светиться под ударами электронов — флюоресцирующий экран. Под действием инфракрасных лучей с фотокатода вылетают, или, как говорят, эмитируют, электроны. При этом плотность электронного потока с отдельных участков фотокатода пропорциональна интенсивности инфракрасного излучения, падающего на эти участки. Между фотокатодом и флюоресцирующим экраном приложено высокое напряжение, служащее для ускорения электронов. Двигаясь в поле этого высокого напряжения, электроны за счет поля приобретают дополнительную энергию и в таком виде падают на флюоресцирующий экран. Яркость свечения экрана в этом случае пропорциональна величине приложенного ускоряющего напряжения и плотности электронного тока при некоторых по-

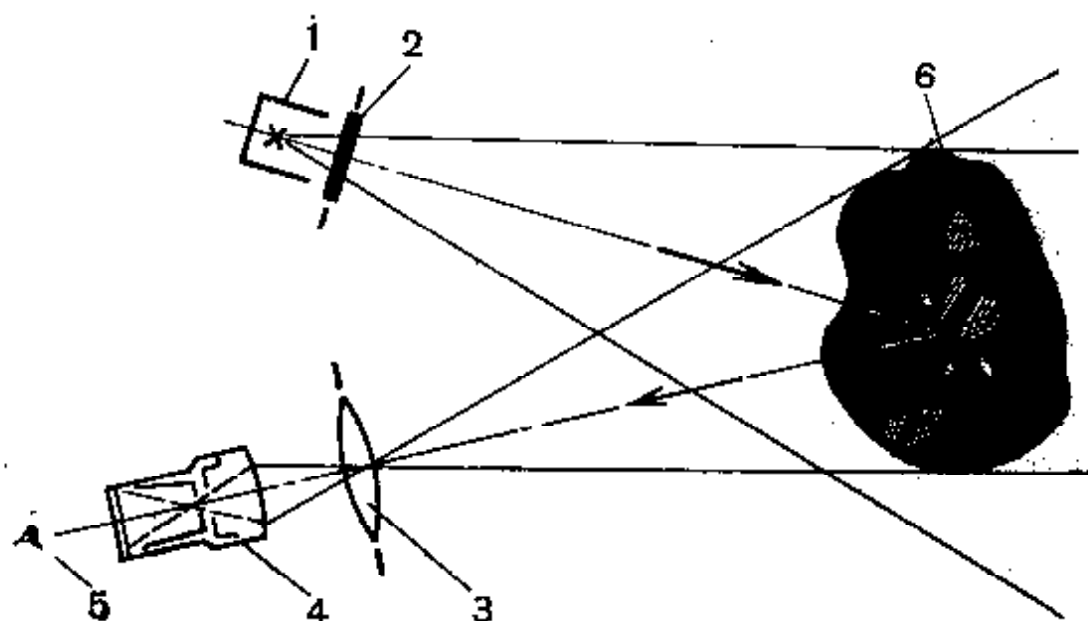
стоянных коэффициентах, характеризующих качество люминофоров.

Таким образом, при постоянном значении приложенного ускоряющего напряжения существует прямая зависимость между яркостью свечения каждого участка люминофора и величиной падающего на него электронного потока. Если на фотокатод было спроектировано изображение в невидимых для глаза инфракрасных лучах, то на экране оно будет оптически видимым, так как величина электронного тока с каждого участка фотокатода, в свою очередь, пропорциональна интенсивности падающего на фотокатод инфракрасного излучения.

Благодаря такому устройству человек приобретает возможность различать предметы и изображения в инфракрасных лучах так же, как если бы он обладал способностью видеть в этих невидимых для глаза лучах.

В современных электронно-оптических преобразователях между фотокатодом и флюоресцирующим экраном обычно присутствует еще один элемент — электронная линза. Она необходима для более правильного переноса электрона с фотокатода на флюоресцирующий экран, для улучшения четкости передачи электронного изображения. По принципу выполнения линзы бывают электростатические и электромагнитные.

Имея любой из современных электронно-оптических преобразователей, в принципе нетрудно создать инфракрасный интроскоп того или иного назначения.



Общая схема интроскопа

Общая схема интроскопа в этом случае должна состоять из следующих основных элементов (см. рис.): 1 — источник инфракрасного излучения (тело накаливания или специальная газоразрядная лампа); 2 — светофильтр, служащий для отделения инфракрасного излучения от видимого света; 3 — объектив, формирующий изображение в инфракрасных лучах; 4 — электронно-оптический преобразователь; 5 — система наблюдения изображения, полученного на экране (непосредственно глазом или фотокамерой, если необходимо сохранить документацию полученного изображения); 6 — непрозрачное для видимого света тело, внутри которого необходимо просматривать структурные неоднородности, посторонние включения или нарушения сплошности.

Само собой разумеется, что такая общая схема в принципе остается справедлива и для любого другого вида излучения, если в качестве приемного элемента будет соответственно использован материал, чувствительный к применяемому виду излучения.

Внешний вид одного из первых инфракрасных интроскопов, построенного в нашей лаборатории по указанной схеме еще в 1955 г., представлен на рисунке (см. вкладку).

Благодаря хорошим оптическим свойствам инфракрасных лучей (преломление на границе сред с различной плотностью и отражение от зеркальных поверхностей) системы инфракрасных интроскопов могут быть построены как для наблюдения в масштабе 1:1, так и с уменьшением или с увеличением. Наблюдение можно производить как в проходящем, так и в отраженном «свете».

Интроскоп, представленный на рисунке, предназначен для работы в области волн инфракрасного спектра до 1,3 микрона, поэтому просматривать на нем можно только те предметы и тела, которые имеют достаточную прозрачность именно в этом диапазоне волн.

Хотя инфракрасные лучи и сами невидимы для глаза, однако в этом диапазоне спектра можно работать по принципу «темного поля». В этом случае источник инфракрасных лучей должен устанавливаться по отношению к изучаемому телу таким образом, чтобы прямого попадания лучей в объектив интроскопа не было. Если внутри изучаемого тела есть какие-либо рассеивающие центры, то направление распространения лучей обязательно из-

менится и часть их попадет в объектив интроскопа. Тогда рассеивающие центры будут видны как светлые точки или светлые зоны на темном фоне. Таким способом удалось, например, наблюдать растворенный кислород в монокристаллах кремния и его распределение по длине кристалла, связанное с колебаниями температурного режима при выращивании монокристаллов.

Изменяя фокусное расстояние системы, инфракрасный интроскоп можно настраивать по четкости изображения на заданную глубину внутри непрозрачного тела. Могут быть, конечно, созданы и специальные системы стереоскопического видения внутри непрозрачных тел, однако даже простое изменение фокусного расстояния системы позволяет более четко выделять исследуемые неоднородности на заданной глубине.

Возможности изучения прозрачных и непрозрачных в видимом спектре твердых и жидких тел в данном случае весьма схожи, так как инфракрасные лучи формируются по тем же законам линейной оптики, что и видимые лучи.

При необходимости использовать для целей интроскопии более длинные волны инфракрасного излучения, естественно, встанет вопрос о выборе материала для фокусирующих систем, так как обычное оптическое стекло прозрачно только для волн длиной до 2—2,5 микрона. В этих случаях можно прибегнуть к помощи специальных стекол и искусственных щелочно-галогидных кристаллов или к зеркальным системам.

Любое тело, обладающее высоким коэффициентом пропускания в инфракрасном участке спектра, в приборах интроскопии представляется совершенно прозрачным. Если это жидкость, то она напоминает собой воду, а если это твердое тело, то оно напоминает собой прозрачный кристалл.

На рисунке (см. вкладку) представлены изображения, полученные в инфракрасном интроскопе при наблюдении стеклянного сосуда с помещенными в него предметами, наполненного совершенно непрозрачной жидкостью. Черная жидкость, наблюдаемая через этот прибор, представляется совершенно чистой водой; в ней отчетливо видны погруженные в кюветку посторонние предметы, зеркальные отражения от этих предметов (блики), а также цифры и надписи, имеющиеся на предметах.

Если необходимо изучать непрозрачные предметы с высокой детализацией, то, само собой разумеется, в этом случае необходимо строить системы с большим коэффициентом увеличения, т. е. микроскопы. Внешний вид одного из таких инфракрасных микроинтроскопов МИК-1, разработанного в содружестве с коллективом одного из заводов, представлен на вкладке.

На обороте той же вкладки представлено изображение, полученное из внутренних областей исследуемого материала. В данном случае объектом исследования был полупроводниковый кремний. Наблюдаемые на этом изображении отрезки спиральных линий характеризуют собой зоны скопления дислокаций. (Предварительно исследуемый кристалл кремния был декорирован атомами меди.)

На магистральных нефтепроводах, например, можно будет следить за степенью чистоты нефти, за концентрацией растворенных в ней газов, за образованием эмульсий и т. п. Минералоги смогут изучать твердые и газовые включения в различных минералах, концентрацию и распределение в них примесей и т. д.

Большую помощь инфракрасная интроскопия окажет при изучении внутренних напряжений в различных непрозрачных телах, так как в технике инфракрасной интроскопии возможно применение и поляризованных лучей.

Даже первые успехи интроскопии с ее пока довольно скромными средствами свидетельствовали о неограниченных ее возможностях и огромной ценности для многих отраслей науки и техники.

В настоящее время трудно даже предугадать все области возможного применения инфракрасной интроскопии. С каждым годом они будут все более расширяться. Особый расцвет интроскопии наступит с освоением более длинноволнового излучения — сначала до 6—8 микрон, а затем и до 15—20 микрон. Если в настоящее время инфракрасная интроскопия применима лишь для изучения таких материалов, как кремний, то с освоением этого диапазона волн можно будет изучать многие интерметаллы и другие соединения, составляющие основу будущих полупроводниковых приборов. Много интересных возможностей применения инфракрасной интроскопии открывается и в области изучения полимеров.

По мере своего развития инфракрасная интроскопия,

несомненно, дойдет до использования и субмиллиметровых волн, представляющих промежуточный участок спектра между инфракрасными лучами и миллиметровыми волнами радиоизлучения. Простейшая модель такого интроскопа может быть осуществлена на основе использования ячеек Голея (как приемника, обладающего высокой чувствительностью в широком диапазоне волн) и соответствующей сканирующей системы, установленной в фокальной плоскости приемной оптики (т. е. там, где формируется невидимое изображение).

Я остановился на принципах инфракрасной интроскопии так подробно с единственной целью — показать, что она реальна уже сейчас, на современном этапе развития техники.

Если идти дальше, в сторону увеличения длин волн, то за субмиллиметровым диапазоном мы придем к миллиметровым, сантиметровым и даже метрическим радиоволнам. Оказывается, возможно осуществить видение и в этих диапазонах волн.

Радиолокация с ее многочисленными вариациями методов и приборов также относится к технике видения в невидимом. Однако связь ее с интроскопией может быть прослежена и с более раннего периода ее развития. В 1934 г., например, еще не было понятия о внутривидении, тогда речь шла только об обнаружении воздушных целей ночью, на больших расстояниях, в облаках и т. п. Тогда не было еще даже самого понятия «интроскопия», однако статья, напечатанная мною в февральском номере сборника ПВО за 1934 г., заканчивалась так:

«Приподнимая завесу над вопросом о возможности обнаружения самолета с помощью электромагнитных волн, можно с уверенностью сказать, что проблема обнаружения самолетов на больших высотах (до 10 км и выше), на значительных дистанциях (порядка 50 км и больше), в условиях, не зависящих от атмосферного состояния и времени суток, на основе использования электромагнитных волн (ультракоротких и дециметровых) будет решена, и это явится одним из замечательнейших вкладов в науку и технику. Это явится доказательством того, что не пройдет и нескольких лет, как разница между электромагнетизмом и оптикой окончательно исчезнет и появится новое средство — электрооптика. Проблема видения ночью и в тумане очень близка к своему разрешению».

Из этого видно, что даже на той ранней стадии развития идеи радиолокации предполагалось, что она разовьется в систему электровидения, в электрооптику. Теперь мы можем сказать, что такое направление действительно нашло свое отражение в развитии современной техники.

Независимо от конкретных способов решения задачи интроскопии использование различных видов излучений в широком спектральном составе связано с техникой преобразования этих излучений в оптически видимые изображения. Сейчас еще нет полностью отработанных систем преобразования всех видов проникающих излучений, но основы для их создания уже разработаны.

В своих записках я не ставил цели останавливаться на технических деталях осуществления таких систем, это не соответствует характеру книги. Но некоторые вопросы общего подхода к этой проблеме здесь следует затронуть.

При решении любой проблемы, любой задачи ее надо прежде всего всесторонне проанализировать. В главе «Пять принципов» я попытался дать основные принципы подхода к решению новых проблем. И если бы спросили, пользуюсь ли я сам в своей практике этими принципами, то я ответил бы: да, пользуюсь, для меня они всегда служат в практике творчества руководящими. Проблема интроскопии не составляет исключения. Да и не только я, но и многие другие люди при решении научных и технических вопросов руководствуются именно этими пятью принципами.

Для того чтобы показать возможность решения задачи интроскопии в широком диапазоне энергетического спектра различных видов излучений, остановлюсь на рассмотрении трех основных принципов подхода к этой задаче.

Мы уже видели, что даже существующие электронно-оптические преобразователи, имеющие чувствительность в весьма ограниченной области инфракрасного излучения, позволяют построить некоторые простейшие интроскопы для изучения ряда непрозрачных материалов и сред. Но можно ли построить преобразователи для других видов излучений?

На первый взгляд такая задача кажется невероятно трудной и сложной. В 1936 г., например, профессором С. Я. Соколовым была высказана идея создания ульт-

развукowego микроскопа, основой которого был бы электронно-акустический преобразователь, т. е. преобразователь, способный принимать и преобразовывать изображение, сформированное в ультразвуковых волнах, в оптически видимое изображение. В течение многих лет над решением этой задачи работали сам профессор С. Я. Соколов и ряд институтов. Однако до недавнего времени она оставалась нерешенной. И можно утверждать, что если бы не новый подход к задаче, то проблема создания электронно-акустических преобразователей изображений оставалась бы нерешенной и до сих пор. Дело здесь совсем не в том, что разрабатывающие организации или отдельные изобретатели недостаточно владели техническими знаниями. Конечно, нет. Все они старались привлечь для решения задачи арсенал современных средств электронно-вакуумного приборостроения. И тем не менее задача не поддавалась решению.

На примере создания электронно-акустических преобразований современного типа можно наглядно проследить практику применения диалектического анализа. Многие авторы у нас, да и за рубежом, при попытках решить такую задачу исходили из того, что для одновременного приема многих элементов ультразвукового изображения необходимо использовать плоский пьезоэлемент, толщина которого находится в соответствии с резонансной частотой принимаемого излучения. А так как для считывания электрических зарядов, образующихся на обратной стороне такого пьезоэлемента, необходимо использовать электронный луч как средство наиболее быстрого считывания, то, следовательно, такой пьезоэлемент необходимо встраивать непосредственно в электронно-вакуумный прибор.

Любое техническое решение задачи должно было удовлетворять в этом случае двум условиям, а именно: ультразвуковые волны не распространяются в вакууме, следовательно, приемная сторона пьезоэлемента должна обязательно иметь возможность непосредственного контакта с твердой или жидкой средой, в которой распространяются ультразвуковые волны; с другой стороны, электронный луч не может существовать вне вакуума, для его распространения и управления им необходима вакуумная среда. Принципиальное противоречие здесь налицо.

Много усилий было потрачено (да и сейчас, еще, на-

верное, тратится) на то, чтобы решить эту задачу технологическим приемом. Многие авторы, в том числе и я, на ранней стадии разработки этой проблемы, полагали: если бы удалось осуществить вакуумно-плотный спай пьезоэлектрической керамики (или какого-либо другого пьезоэлектрического материала) со стеклом, металлом и т. п., то можно было бы удовлетворить указанным выше двум условиям. А тогда оказалось бы возможным создать такой электронно-вакуумный прибор, в котором пьезоэлемент имел бы непосредственный контакт и с внешней средой, и с вакуумом, значит, его в этом случае можно было бы встроить непосредственно в стенку электронно-вакуумного прибора, он мог бы служить «входным окном» в прибор.

К сожалению, даже преодоление этих чрезвычайных технологических трудностей не открывает пути к созданию настоящего электронно-акустического преобразователя изображений.

Вакуум-плотное соединение пьезоэлектрических материалов (титанат и цирконат бария, кварц, сульфат аммония и др.) с металлом, керамикой и стеклом, т. е. с теми материалами, которые идут на изготовление электронно-вакуумных приборов, представляет огромные трудности: отсутствует согласованность по температурному коэффициенту расширения, нет взаимной смачиваемости, нет достаточной вакуумной плотности у самих пьезоэлектрических материалов типа титаната бария. Кроме того, для освобождения от газов любой электронно-вакуумный прибор в процессе своего изготовления подвергается нагреву до $400\text{--}500^\circ\text{C}$, пьезоэлемент же такого нагрева не допускает, так как при этом снимается его поляризация. Имеется и ряд других технологических трудностей на этом пути.

Но самым главным препятствием надо считать высокое значение атмосферного давления, приходящегося на приемный пьезоэлемент. Судите сами. Толщина приемного пьезоэлемента должна быть согласована, как известно, с принимаемой волной — она должна быть равна половине длины волны. Из этого следует, что чем выше частота принимаемого ультразвукового излучения, тем тоньше должна быть приемная пьезоэлектрическая пластина. Но, будучи встроенной (допустим, что все технологические трудности преодолены) в качестве входного окна в стенку электронно-вакуумного прибора, пластина

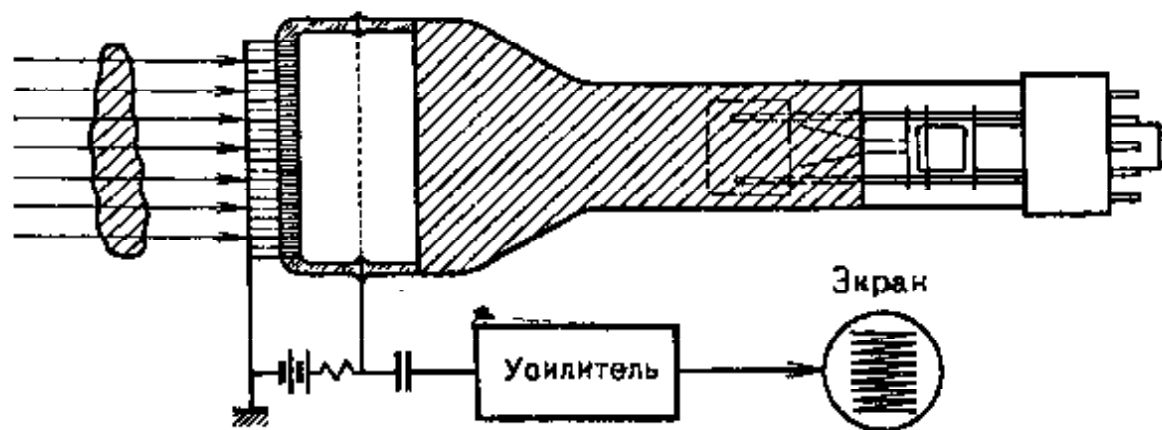


Схема преобразователя излучений

должна будет выдерживать на себе все атмосферное давление. А если такой прибор предназначен для работы в подводных условиях и на большой глубине или в машинах высокого давления, то еще следует учесть и гидростатическое давление. На пьезоэлемент площадью всего 100 см^2 будет приходиться давление в несколько сот килограммов! А так как толщина пьезоэлектрической пластины даже при низких мегагерцевых частотах составляет только доли миллиметра, то ни о какой механической прочности, об устойчивости ее указанному давлению говорить не приходится.

Это уже не техническое, а принципиальное препятствие, и преодолеть его нельзя даже самыми искусными технологическими приемами. Было время, когда создание электронно-акустического преобразователя считалось вообще невозможным.

И все же оказалось, что, несмотря на огромные трудности, решить задачу можно. Методологический анализ в сильной степени помог нам найти новый путь решения и преодолеть все перечисленные препятствия. Мы пришли к выводу, что прибор должен строиться не как акустический преобразователь, а как преобразователь внешнего электрического изображения — электрического рельефа, ибо при падении ультразвуковых волн на поверхность приемной пьезоэлектрической пластины кончается их существование как формы энергии. С обратной стороны пьезоэлектрической пластины мы имеем уже не ультразвук, а электрическое поле, и, следовательно, вся задача может быть сведена к преобразованию в видимое изображение именно этого электрического поля.

Такой подход к задаче коренным образом отличался от всех ранее известных подходов, и он дал возможность преодолеть как технологические, так и принципиальные трудности. Благодаря такому подходу к задаче дальнейшая практическая работа коллектива исследователей и разработчиков позволила решить проблему ультразвукового видения в инженерном смысле, и теперь мы можем сказать, что все, что 10—15 лет назад казалось непреодолимым на этом пути, решено. Внешний вид одного из таких преобразователей показан на вкладке.

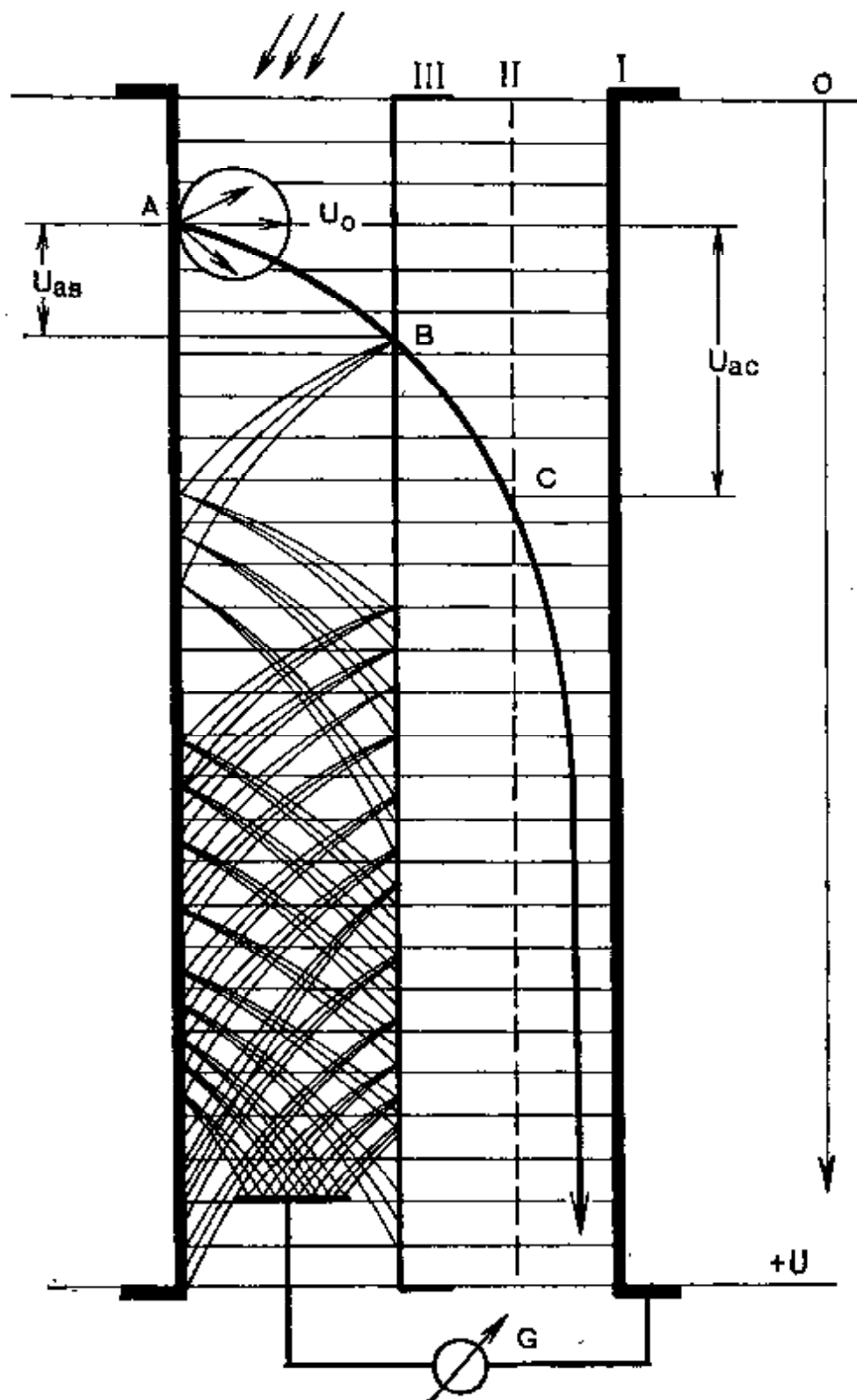
Примечательно и то, что создание ультразвуковых преобразователей нового типа позволило найти способы преобразования и многих других видов излучения. Для ряда излучений роль пьезокерамики могут выполнять пироэлектрики.

В процессе постановки и развития проблемы интроскопии было найдено еще несколько новых оригинальных путей развития техники приема, преобразования и усиления распределенных потоков проникающих излучений. На двух из них я хочу остановиться, так как они имеют принципиальное значение.

Перенесение фундаментальных принципов, успешно зарекомендовавших себя в какой-либо одной области знания, в другую, смежную ей область, всегда дает хорошие плоды. На синтезе двух дисциплин очень часто рождается принципиально новое.

Мы попытались проанализировать основные начала развития радиотехники — линейное электронное усиление радиотехнических сигналов, режим регенерации, принцип сверхрегенерации — и пришли к убеждению, что в любой системе, способной к самовозбуждению, эти начала могут быть также осуществлены. В светоэлектронике, в частности, систему самовозбуждения, как уже было сказано, можно осуществить путем сочетания фотокатода и флюоресцирующего экрана с внешней или внутренней обратной связью.

Такие предположения вполне оправдались, и в настоящее время опытным путем доказано, что в области светоэлектронных явлений вполне осуществимы принципы, аналогичные указанным радиотехническим. При детальном исследовании этих явлений обнаружилось, что они совмещают в себе не только высокую чувствительность к слабым входным сигналам и возможность большого усиления их, как это имеет место в радиотехнике, но выявля-



Принцип непрерывного электронного усиления

ют при этом и такое качество, которого нет в радиотехническом суперрегенераторе. Светозлектронный сверхгенератор позволяет не только принимать и усиливать слабый световой сигнал, но и отделять его от фона. Это очень важное свойство, и можно надеяться, что при даль-

нейшем развитии этого принципа на его основе будут получены важные инженерные решения многих новых технических задач.

Перенесение фундаментальных принципов радиотехники в светозлектронику и их разработка применительно к проблеме интроскопии вызвали к жизни ряд новых и весьма перспективных методов усиления многоэлементной информации, т. е. изображений. Я имею в виду прежде всего создание одноканальных и многоканальных систем непрерывного электронного усиления.

В практике создания новых приборов и новых методов разработчики очень часто стремятся использовать какое-либо физическое явление в его максимально эффективном значении. Такое стремление вполне понятно, и в ряде случаев оно оказывается оправданным. Однако в наше время, когда любая задача в действительности решается комплексно, на основе многократного использования какого-либо физического явления, на одновременном использовании ряда явлений, такой подход не всегда является наилучшим. Попытаюсь показать это на простом примере.

В технике электронного усиления широко используется явление вторично-электронной эмиссии, открытое еще в 1932 г. советским инженером Л. А. Кубецким. На его основе разработано много систем и приборов как у нас в СССР, так и за рубежом. И во всех этих случаях используется та часть характеристики, где коэффициент вторично-электронной эмиссии для данного материала («сигма») максимален по отношению к приложенному напряжению. Верно ли это? Всегда ли надо поступать так? Оказывается, нет. Гораздо правильнее использовать то же самое явление, тот же самый эмиттер не однократно, а, скажем, двукратно при том же общем напряжении.

В этом случае напряжение, а следовательно, и энергия первичных электронов значительно снизятся. При этом, естественно, упадет и значение «сигмы» для элементарного акта, но общее, т. е. результирующее, усиление в этом случае возрастет, и возрастет сильно. Как справедливо заметил один мой друг, канат ведь тоже крепче стержня того же сечения.

Если мы продолжим рассуждение и дальше, то неизбежно придем к необходимости решать эту задачу на оптимум. А решив задачу на оптимум, мы убедимся в

том, что подобную систему при одном и том же заданном напряжении более целесообразно делать даже не двукратной, а многократной. Но ведь в пределе очень большое число каскадов — бесконечное число. Таким образом, мы приходим к отрицанию необходимости самих каскадов умножения.

Как результат такого анализа, на смену сложным системам каскадного вторично-электронного умножения появляются системы непрерывного вторично-электронного усиления, отличающиеся чрезвычайной простотой. А так как существует еще и закон подобия в электронной оптике, то оказывается возможным создать такие системы, размеры которых приближаются к микроскопическим, каких при существующем положении дел принципиально сделать было нельзя.

И, как это часто бывает, при разработке новых проблем вызываются к жизни и новые методики, и новые технологии. Так случилось и с проблемой интроскопии. С ее развитием по-новому встала проблема получения сверхтонких металлических нитей в стеклянной изоляции, проблема получения тонких пленок сложного состава и многие другие технологические задачи.

Пройдет несколько лет, и мы, несомненно, будем свидетелями расцвета техники видения в непрозрачных средах и телах. Можем ли мы сейчас в полной мере оценить все ее перспективы? Думаю, что нет. Мы можем предвидеть только ближайшие области ее применения, да и то, наверное, далеко не все. Как современный микроскоп не похож на его прообраз, созданный Левенгуком, так, вероятно, и будущие интроскопы будут мало походить на наше теперешнее творение. Но можно быть твердо уверенным в том, что необходимость и потребность в приборах прямого видения в непрозрачном мире скоро, очень скоро приведут к быстрому их развитию. Без всякого преувеличения можно сказать, что мы стоим у истоков одной из интереснейших и увлекательных областей техники.

Если несколько лет назад многих из нас спросили бы, можно ли видеть, например, через толщу металла, дерева, бетона и т. п., то, наверное, мы ответили бы, что это неосуществимо. Между тем уже сейчас такую задачу можно решить. На вкладке дано изображение стальной проволочной решетки, полученное через непрозрачную преграду. Это изображение получено не тенью спосо-

бом, как в рентгене, а в отраженных лучах, т. е. с той же стороны, откуда мы смотрим, это именно видение через толщу непрозрачного материала.

С помощью интроскопии можно видеть не только предмет за предметом, не только внутренние области непрозрачного тела, но и его электрическую неоднородность. С помощью методов интроскопии оказалось возможным, например, видеть непосредственно глазом границу дырочной и электронной проводимости в полупроводниках. Это также очень важный результат, ибо он позволяет сейчас более детально изучать электрические процессы на $p-n$ переходах. На вкладке дано изображение $p-n$ перехода в кремнии под напряжением 2 В.

Я глубоко уверен, что пройдет совсем немного времени и этот метод найдет широкое применение при изучении движения электрических зарядов на границе разнородных по структуре или по химической природе проводников.

Недалеко время, когда наши медики смогут изучать работу клапанов сердца и сердечных мышц непосредственно в живом организме, без вскрытия. С помощью интроскопии они будут лучше диагностировать болезни по ранним патологическим изменениям в живых тканях.

В промышленном применении методы интроскопии позволят улучшить средства дефектоскопии, а ряду производств они дадут возможность получить новые датчики для контроля и управления технологическими процессами. В гражданской авиации и радиоастрономии они позволят найти новые технические решения. Да если бы мы стали перечислять все области возможного применения средств и методов интроскопии, то, наверное, заняли бы десятки страниц. Так они многообразны.

Будущее покажет, насколько полно оправдается наш оптимистический прогноз. Но даже частичное претворение в жизнь этой мечты — мечты видеть в любой непрозрачной среде — будет огромным достижением.

Всякий, кто работает в этой области, получит глубокое удовлетворение и заслуженное признание, ибо он работает для человека и во имя человека.

Резюмируя изложенное в этой главе, следует сказать, что идея интроскопии в Советском Союзе возникла совершенно самостоятельно. Она — логическое и закономерное

развитие наших работ по радиообнаружению воздушных целей, по исследованию окружающего воздушного пространства с помощью электромагнитных волн. Именно распространение этого метода, использование различных излучений и полей для проникновения внутрь непрозрачных тел и сред и составляет сущность нового направления в исследованиях.

Конечно, техника интроскопии использовала еще далеко не все свои возможности, она находится только в начальной стадии развития. Но уже сейчас, т. е. при существующем арсенале проникающих излучений и полей, можно принципиально утверждать, что непрозрачных тел и сред в природе не существует. Все становится прозрачным, если правильно выбрать соответствующий вид и спектральный состав проникающего излучения. Понятие прозрачности условно, относительно, оно возникло вследствие недостаточной чувствительности человеческого глаза.

Конечно, и для интроскопии есть пределы применимости и ограничения, вытекающие из основных законов оптики. Общеизвестно, например, что в оптике есть предельная разрешающая способность и предельная светосила приборов, во многих случаях ограничивающие смелые замыслы конструкторов и изобретателей.

Есть и другие ограничения. Нельзя, например, на одну и ту же фотопластинку сделать несколько снимков так, чтобы каждый из них занимал всю площадь пластинки и чтобы они не мешали друг другу. Известно также, что фотография дает только плоское изображение, лицо, запечатленное на фотокарточке, нельзя рассматривать с разных сторон, например анфас, справа, слева и т. д. Нельзя также, разбив пластинку с изображением, на любом из ее осколков вновь увидеть все изображение в целом, неразрушенном виде. До недавнего времени любой специалист сказал бы, что подобное требование невероятно. И такой ответ был безусловно правильным до 1948 г.— до того времени, когда английский ученый Д. Габор выступил с весьма оригинальной идеей.

Сущность его идеи состоит в том, что для получения необходимого изображения можно пользоваться не только регистрацией амплитуды световой волны (это делает современная фотография), но и регистрацией фазы этой волны.

Первоначально идея Габора казалась принципиально

неосуществимой. Известно ведь, что белый свет состоит из мириадов различных световых волн, и говорить здесь о какой-либо фазе одной волны просто не имеет смысла. Однако и невероятное стало осязаемой реальностью, когда появилась голография.

Через несколько лет после сообщения об идее Габора мир стал свидетелем одного очень важного открытия — лазерных источников света. Именно они сделали возможной реализацию идей Габора. Особенность этих источников излучения в том, что молекулы или атомы, излучающие свет, находятся в момент излучения на строго определенных расстояниях друг от друга, обеспечивающих взаимное сложение амплитуд квантов излучения. Если возбуждается масса атомов некоторых монокристаллов и они принудительно и быстро высвечиваются, то происходит сложение энергией квантов излучения: осуществляется концентрация энергии разрозненных квантов в энергию мощного кванта излучения. В результате процесса концентрации амплитуды излучаемых квантов могут достигать очень больших величин.

Линзы или сферические зеркала, как известно, тоже концентрируют в своем фокусе световую энергию. Но они концентрируют сумму разрозненных отдельных квантов излучения, а в лазерном источнике излучения происходит сосредоточение энергии разрозненных квантов излучения в энергию одного кванта излучения той же частоты. Именно благодаря этому амплитуды квантов излучения в лазерных, а точнее, в квантовых источниках излучения могут достигать огромных величин.

Эффект этот в квантовых источниках излучения проявляется весьма наглядно. А если учесть и то, что распространение лазерного луча в диэлектрических средах может влиять (при очень больших интенсивностях) и на физические свойства этой среды (например, на величину ее диэлектрической постоянной), то это может привести даже к дальнейшему самопроизвольному сосредоточению лазерного луча. Может наступить такой момент, когда лазерный луч перестанет быть расходящимся, а станет сходящимся. Пока это явление еще очень мало изучено, но оно может привести к весьма важным и интересным открытиям. За ним большое будущее. Само собой разумеется, что достигнутые уже успехи в области лазерной техники оптического диапазона могут быть распространены и на многие другие виды излучений, например на

ультразвуковые колебания, радиоволны, рентгеновские лучи и т. д.

Если говорить о голографии в общепринятом ее значении, то следует сказать, что ее главные успехи стали возможными именно с появлением лазерной техники оптического диапазона, это она дала толчок для бурного развития голографии.

Что касается техники голографирования, то следует прежде всего сказать, что в ее основе лежит принцип использования не одного, а двух монохроматических лучей, которые во взаимном сочетании и дают возможность фиксировать не только амплитуду, но и фазы излучения. Именно это лежит в основе голографического метода приема и фиксации многоэлементной информации о наблюдаемом объекте. Еще раз подчеркну, что при этом методе наблюдения обязательно должно использоваться два луча, причем оба эти луча обязательно должны исходить от одного и того же источника. В этом случае автоматически обеспечивается фазовое смещение в месте приема прямого (опорного) и любого другого отраженного луча. Фотографическая аппаратура в ее обычном исполнении для осуществления голографических съемок непригодна. Для этого нужна принципиально новая техника. Разработка такой аппаратуры во многих странах мира уже ведется, и можно быть абсолютно уверенным в том, что аппаратура для голографической фотографии очень скоро появится в широком ассортименте, ибо будущее фиксации светоинформации, безусловно, за голографическим методом.

Но принципы голографии применимы не только в области световых волн. Они в равной степени могут быть использованы и при других видах излучений. В микроволновой и дециметровой технике радиоизлучений они откроют большие возможности получения пространственного отображения внутренних свойств диэлектриков, керамики и строительных материалов. Они могут быть использованы также и для исследования рельефа грунта под ледовым покровом, и для более детального отображения обстановки в районах морских портов и аэродромов. Ультразвуковая и акустическая голография откроют невиданные возможности исследования внутри твердых и жидких тел. Переоценки здесь быть не может, так как все мы заинтересованы в получении более полной информации о внутренних областях как живого организма, так

и неорганических сред. Много интересного принесет голография и в длинноволновом тепловом излучении, и в рентгеновских лучах.

Голография сама по себе представляет захватывающе интересную область науки и техники. А сочетание ее с методами и средствами интроскопии откроет необозримые просторы для творческой инициативы. Не случайно поэтому в ряде зарубежных источников появился уже термин «голоинтровижен», или «голоинтроскопия». Сочетание этих двух направлений в науке и технике открывает действительно новые возможности познания окружающего нас мира.

Крупный вклад в развитие голографии внес советский ученый Ю. Н. Денисюк. Именно он впервые разработал метод объемной регистрации голографических изображений на фотопластинках со специально для этого созданным им светочувствительным покрытием. Этим он сильно продвинул развитие метода голографирования и особенно практическое его применение¹.

В 70-х годах получило развитие новое направление интроскопии — тепловидение, применяемое в различных областях науки и техники. Под руководством Г. С. Хулапа, ныне доктора технических наук, разрабатываются тепловые методы и средства контроля радиоэлектронных устройств и композиционных материалов, ведутся исследования по применению тепловидения в медицине. Разработаны медленнодействующие и быстродействующие тепловизоры, тепловизионные микроскопы, приборы типа ИК-10П и др. Они позволяют судить о состоянии контролируемых объектов по распределению в них тепловых полей.

В 1980 г. в издательстве «Знание» вышла брошюра «Окружающий мир прозрачен», написанная мною совместно с Л. Б. Пирожниковым, а в 1983 г. в том же издательстве была выпущена наша книга «Звуковидение».

¹ Более подробно о голографии можно прочитать в выпущенной в 1983 г. издательством «Московский рабочий» вторым изданием популярной книге Л. Б. Пирожникова «Что такое голография?». В ней изложены предпосылки открытия голографии и пути ее развития, рассказано также и о ближайшем будущем этой науки.

ЖИЗНЬ СТАВИТ СВОИ ВОПРОСЫ

Нет прекраснее правды, кажущейся неправдоподобной.

С. Цвейг

Если окинуть мысленным взором всю историю развития материальной культуры человечества, то едва ли увидишь более величественное, более важное для жизни человека событие, чем открытие первобытными людьми первых способов искусственного добывания огня. Именно это открытие сделало человека властелином сил природы в той мере, в какой мы сейчас владеем ими.

Огонь защищал первобытных людей от диких зверей, делал их пещеру теплой, был спасителем и благодетелем первобытного человека.

За огонь боролись, его поддерживали, его бережно переносили, когда племя меняло свою стоянку. Без огня человек не добыл бы ни бронзы, ни железа. С огнем связано и все последующее развитие средств и способов овладения силами природы.

Не будь в нашем распоряжении огня, мы не имели бы сейчас ни заводов, ни фабрик, ни автомобилей, в цилиндрах которых горит бензин, ни

реактивных самолетов и космических ракет, в соплах которых бушует огонь, ни тепловых электростанций, ни современного железнодорожного и водного транспорта. Огонь лежит в основе всей современной энергетики. Он властвует повсюду.

Но, благодетельствуя человечеству, огонь в то же время требует огромных жертв от природы — он пожирает колоссальные количества топлива всех видов, начиная от обыкновенного полена и кончая атомным «горючим» — ураном.

Подсчитано, что жители земного шара только за одни сутки уничтожают топлива органического происхождения (каменного угля, торфа, нефти, сланцев и т. д.) столько, сколько природа может синтезировать за тысячу лет. В масштабах земного шара количество ежегодно сжигаемого топлива давно уже перевалило за многие миллиарды тонн.

РЕСУРСЫ, РЕСУРСЫ

Возникает совершенно естественный и вполне законный вопрос: откуда же у нас такие широкие возможности и как долго они будут существовать? На это можно ответить однозначно: огромными запасами ископаемого топлива в недрах нашей планеты человечество обязано существованию некогда благоприятных геологических эпох, в течение которых на поверхности земли шло бурное развитие флоры и фауны. Именно в тот период развития Земли органический синтез на ее поверхности происходил в гигантских масштабах. Он-то и создал естественные кладовые каменного угля, торфа, сланцев и т. п. В течение многих десятков миллионов лет этих запасов никто не трогал, человек о них даже и не знал. Но вот наступила эра огненных машин, и человек устремился в поиски ископаемого топлива. Леса уже не могли обеспечивать все возрастающих потребностей в топливе. В некоторых странах леса почти полностью истреблены, и там человек вообще не может рассчитывать на них.

Ну, а сколько же в недрах земли захоронено ископаемого топлива? И можно ли до бесконечности открывать все новые и новые его месторождения? Нет, нельзя.

Все основные запасы энергетического топлива уже открыты и подсчитаны. Можно предполагать и даже надеяться, что где-то и когда-то будут открыты новые, ра-

нее не учтенные месторождения угля, нефти сланцев и т. п. Но рассчитывать на то, что это будут такие месторождения, которые в десятки, в сотни раз увеличат мировые ресурсы ископаемого топлива, нельзя. Для этого нет никаких рациональных оснований.

Запасы топлива не бесконечны. И если наше поколение может еще не беспокоиться о том, что останется без каменного угля или нефти, то грядущим поколениям этого сказать будет уже нельзя. Наши потомки рано или поздно будут поставлены перед очень серьезной задачей, ибо эти материалы нужны не только как топливо, но и как прекрасное химическое сырье. Всем известно, например, что из каменного угля, нефти и природного газа делаются сотни препаратов и изделий самого различного назначения — от лечебных средств до капроновых чулок и деталей машин.

Спрашивается, как же можно так варварски, так безжалостно предавать огню ценнейшее химическое сырье? Многие исследователи и видные ученые давно задумывались над этими вопросами. Наш великий соотечественник Дмитрий Иванович Менделеев не раз говорил по этому поводу: «Топить нефтью — это все равно что топить ассигнациями», т. е. бросать деньги в огонь.

Другой наш великий соотечественник и гениальный провозвестник нового, ученый-самоучка К. Э. Циолковский, порицая людскую косность при развитии энергетики, писал: «Только наше невежество заставляет нас пользоваться ископаемым топливом».

Это писалось тогда, когда потребление энергии на душу населения было невелико по сравнению с нынешним. Что бы сказали Менделеев и Циолковский теперь, когда потребление ископаемого топлива растет изо дня в день с невероятной быстротой?

Самым ярким, самым характерным показателем технического прогресса, без сомнения, является энерговооруженность человека. Применительно к мускульной силе человека на каждого советского гражданина работает около 25 незримых работников, помогая нам строить железные дороги, машины, дома, возделывать поля и т. д. Пройдет еще два-три десятка лет, и количество таких незримых слуг еще более возрастет. Подсчитано, например, что к 2000 г. потребление энергии на душу населения в наиболее развитых странах увеличится настолько, что в пересчете на среднюю энергию человека будут дополни-

тельно работать на каждого гражданина уже не 25, а 500 незримых помощников. Простое сопоставление этих цифр с конечными запасами ископаемого топлива в недрах земли сигнализирует о довольно скором их истреблении.

Велик соблазн приписать неисчерпаемость такому источнику энергии, как радиоактивные элементы. Однако запасы тория, урана и других расщепляющихся веществ в коре земного шара также не безграничны. Если учесть, что из всего количества добытого урана лишь незначительную часть его составляет уран-235, необходимый для реакторов, а также то, что в обычных тепловых реакторах ядерное горючее не может «выгорать» до конца (сама физика работы реакторов не позволяет этого), то, в лучшем случае, в них используется всего лишь несколько процентов от добытого урана.

Следовательно, приходится сказать, что и ядерное горючее не столь уж надежная кладовая топлива, необходимого человечеству.

Успешное завершение опытов по использованию в атомных реакторах быстрых нейтронов может, конечно, улучшить использование делящихся веществ и несколько изменить в благоприятную сторону соотношение между ископаемым органическим топливом и ядерным горючим. Но и оно не приведет к беспредельному увеличению этого соотношения. Только овладение термоядерными реакциями может привести к значительному увеличению энергетических ресурсов.

Однако у атомной энергии всех видов есть свой внутренний враг — ее высокая биологическая опасность. Атомная энергия не принадлежит к числу ласковых видов энергии. У атомного котла вы никогда не будете себя чувствовать так, как у шумящего водопада или пылающего камина. Конечно, со временем люди научатся лучше защищаться от вредного действия атомной энергии на живые организмы, но, независимо от способов осуществления, термоядерные реакции всегда будут связаны, например, с такими высокими температурами, при которых радиоактивные и рентгеновские излучения неизбежны. В смысле же запасов сырья этот вид энергии также не свободен от ограничений, он не изменяет общего экстенсивного характера использования природных энергетических ресурсов, не опровергает и пессимистических выводов.

Для оптимистического взгляда на будущее человечества нужны новые перспективы, новые соображения, которые привели бы к открытию иных, еще неизвестных энергетических ресурсов.

Предвидя огромные трудности на пути полного овладения атомной энергией и учитывая ее чрезвычайно высокую биологическую опасность, выдающийся физик нашего времени Фредерик Жолио-Кюри писал:

«Хотя я и верю в будущее атомной энергии и убежден в важности этого изобретения, однако я считаю, что подлинный переворот в энергетике наступит только тогда, когда мы сможем осуществлять массовый синтез молекул, аналогичных хлорофиллу или даже более высокого качества».

Эти слова выдающегося ученого перекликаются с мыслями и чаяниями других виднейших естествоиспытателей. Климент Аркадьевич Тимирязев, например, в полном созвучии со взглядами Энгельса и Циолковского писал:

«...Каждый луч Солнца, не уловленный, а бесплодно отразившийся назад в мировое пространство,— кусок хлеба, вырванный изо рта отдаленного потомка».

Подсчитав величину солнечной энергии, Циолковский утверждал, что ее хватило бы на то, чтобы прокормить десятки тысяч триллионов человек — в тысячи миллиардов раз больше населения всего земного шара. Даже той энергии, которая приходит от Солнца на поверхность Земли в виде излучения, хватило бы для того, чтобы растопить все льды Северного Ледовитого океана и Антарктиды. Этой энергии было бы достаточно для того, чтобы преобразовать природу на всем земном шаре и покрыть его цветущими садами.

Как хотелось бы иметь это все не в отдаленной мечте, а реально, сегодня, завтра! Но, для того чтобы создать такой «рай» на земле, надо слишком много энергии, причем энергии, которая безвредна для здоровья людей и всего живого.

Вот я и мечтаю о такой энергии, которая не требовала бы истребления природных ресурсов, не угрожала бы человеку и находилась бы повсюду и в таком количестве, какое понадобится человечеству для жизни в изобилии.

Что же это за энергия? И где она находится?

О рациональном использовании существующих источников энергии люди мечтали еще на заре нашего машинного века. Молодой французский физик и инженер про-

шлого века Н.-Л.-С. Карно, установивший закономерности работы тепловых машин, пришел к выводу, что «низкий коэффициент полезного действия паровых машин может очень скоро привести к полному истреблению всех известных запасов угля». Последующее развитие теплотехники в значительной мере обязано трудам этого ученого. Его работы послужили, как известно, основой для создания термодинамики.

Как бы мы ни были богаты источниками энергии, вопрос о рациональном ее использовании всегда будет стоять перед обществом. Но для нас сейчас более важно установить пути, по которым следует идти, чтобы **найти новые виды источников энергии**. Проявившийся в мире энергетический кризис, безусловно, ускорит этот процесс.

В. И. ЛЕНИН У ИСТОКОВ ТЕПЛОВОЗОСТРОЕНИЯ

Об истребимости естественных запасов энергетического топлива я задумался сорок лет назад, будучи в Свердловске. Первая рукопись на эту тему по ряду не зависящих от меня обстоятельств не сохранилась, но статью 1943 г. под названием «Электричество непосредственно из тепла, из окружающего пространства» я храню по сей день.

О том, что именно заставило меня тогда обратиться к этому вопросу, я скажу несколько позже. Время было тяжелое: шел второй год Великой Отечественной войны. Топлива не хватало даже для больниц и госпиталей. Транспорт и заводы сидели на голодном топливном пайке. Трудности давали себя знать постоянно. Может быть, это-то и заставило тогда обратиться к вопросу вопросов нашего существования — энергии.

Проблема энергии всегда занимала и занимает сейчас исключительно важное место среди всех научно-технических проблем, ибо энергия — это источник жизни в прямом и переносном смысле. Но особенно острой эта проблема становится в годы великих испытаний. Известно, какие невероятные трудности с топливом переживала наша молодая республика в первые годы своего существования. Борьба за рациональное и экономное расходование топлива на паровозах, локомотивах, электростанциях, в промышленности и в быту была тогда уделом всего народа, всей партии.

Не раз, вероятно, тогда можно было слышать в паровозной будке разговор, подобный тому, какой происходил несколько раньше между машинистом паровоза и студентом, проходившим практику в роли помощника машиниста на одной из железных дорог России.

— Придумали бы какую-нибудь машину, которая не так много сжирала бы топлива. Видишь, как народ надывается.

Этим студентом был Алексей Нестерович Шелест — человек пытливого ума и недюжинной энергии. Он давно уже задумывался над тем, что из каждой сотни тонн каменного угля, сожженной в топке паровоза, только 5 т расходуется полезно, а остальные 95 т вылетают в трубу напрасно. Коэффициент полезного действия паровоза составляет всего лишь 5% — варварство, которого нельзя терпеть.

Так родилось у Шелеста твердое намерение создать машину, которая, придя на смену паровозу, дала бы возможность сэкономить государству миллионы тонн драгоценного топлива. Так родилась идея создания тепловоза, который соединил бы в себе ценные качества паровоза и двигателя внутреннего сгорания. Начались долгие годы поисков и расчетов.

Теперь все хорошо знают, что на советских железных дорогах ведущее место занимают тепловозы. По решению правительства паровозы у нас теперь даже не строятся. А ведь борьба за тепловоз была трудной и длительной. Гений Ленина коснулся и этой проблемы. В обстановке величайшей разрухи и тяжелых испытаний, выпавших на долю молодой Советской республики, при невероятной своей занятости Владимир Ильич нашел время, чтобы лично заняться проблемой тепловозов. Узнав, что русские ученые и инженеры разработали новый вид транспортной машины, Владимир Ильич ставит вопрос о строительстве тепловозов.

Противники нового всегда находятся, не обошлось без них и в этом случае. Противники тепловозов утверждали, что строительство опытных машин обойдется очень дорого, что в Швейцарии попытка создать мощный тепловоз, в постройке которого принимали участие видные ученые и даже сам Дизель, закончилась безрезультатно и т. д. и т. п. Но В. И. Ленин однозначно ответил на это:

— То, чего не сделали иностранцы, сделают русские инженеры. Проблема тепловозов настолько важна для

нашей страны, что даже в условиях хозяйственной разрухи надо отпустить на это необходимые средства.

4 января 1922 г. по инициативе В. И. Ленина Совет Труда и Оборона принял историческое решение, в котором придается исключительно большое значение развитию тепловозостроения.

Ленин удивительно точно выделял наиболее перспективное дело из моря мелких и текущих дел. Не стихия им руководила, а аналитически оправданная цель. И так было во всем. Разве можно забыть его заботу о создании в России «газеты без бумаги» — сети радиовещания! При всех трудностях того времени он помог построить прекрасную Нижегородскую радиолaborаторию, ставшую потом зачинательницей всего нового в области радиосвязи. А по отношению к таким энтузиастам, как М. А. Бонч-Бруевич, В. К. Лебединский, А. Ф. Шорин и другие, Ленин проявил прямо-таки отеческую заботу. Когда в 1920 г. была закончена постройка первого радиотелефонного передатчика, Владимир Ильич писал Бонч-Бруевичу:

«Пользуясь случаем, чтобы выразить Вам глубокую благодарность и сочувствие по поводу большой работы радиоизобретений, которую Вы делаете. Газета без бумаги и «без расстояний», которую Вы создаете, будет великим делом. Всякое и всемерное содействие обещаю Вам оказывать этой и подобным работам». Столь же прозорливо оценил Ленин и проблему нового локомотива. 27 января 1922 г. в директивах Наркомату путей сообщения и Госплану Владимир Ильич писал: «Крайне желательно не упустить время для использования сумм, могущих оказаться свободными по ходу исполнения заказов на паровозы, для получения более целесообразных для нас тепловозов».

В самые последние дни января того же 1922 г. под личным председательством Ф. Э. Дзержинского состоялось совещание, которое постановило:

«...НКПС считает целесообразным и практичным немедленно приступить к сооружению взамен трех паровозов трех тепловозов: первого по типу Шелеста, второго с электрической передачей и третьего — автомобильного типа с автоматической передачей».

И как бы отвечая на эту заботу партии и лично Ленина о возможности осуществления его сокровенной мечты, Алексей Нестерович Шелест говорил в душе:

«Можете верить мне, Владимир Ильич. Можете верить. Я буду работать над тепловозом. Я отдам все силы, но цели своей добьюсь, как ни трудна она. Скоро на наших железнодорожных путях появится новый локомотив-тепловоз, который вытеснит паровоз».

И эта мечта сбылась. По стальным путям нашей Родины бегут теперь тысячи тепловозов. Жаль, очень жаль, что Алексей Нестерович не дожил до наших дней. Заслуженный деятель науки и техники, профессор, доктор технических наук А. Н. Шелест скончался в 1954 г., но он оставил нам большое количество своих научных трудов и мыслей, и они еще долго будут служить питательной средой для творчества ищущей, пытливей молодежи.

Чтобы показать исключительную заботу партии и правительства и лично В. И. Ленина о развитии нового, приведу один документ, выданный в 1923 г. А. Н. Шелесту. Документ этот показывает, что даже в исключительно трудных условиях, в пору, когда наше машиностроение еще не было налажено, Совет Народных Комиссаров находил возможным и целесообразным использовать все пути для скорейшего осуществления новых идей.

*РСФСР
Народный комиссар
путей сообщения
5 мая 1923 г.
№ 511119*

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Согласно постановлению Совета Народных Комиссаров от 23.IV.23 г. № 564/6 инженер А. Шелест командируется за границу для постройки тепловоза его системы.

Ввиду исключительной важности этого изобретения для транспорта Совет Народных Комиссаров возложил на А. Шелеста всю ответственность за проведение тепловоза в жизнь.

Всем учреждениям СССР как в пределах республики, так и за границей надлежит оказывать А. Шелесту всемерное содействие.

Алексей Нестерович Шелест был человеком широкого кругозора. Он умел заглядывать в тайники тепловых процессов так, как это удается немногим. Он мечтал о создании таких машин, коэффициент полезного действия которых повышался бы за счет использования энергии окружающей среды, он много сил отдал изучению приро-

ды теплоемкости и т. д. и т. д. До последних дней своей жизни А. Н. Шелест был молод душой, и я думаю, что таким должен быть каждый созидатель.

ЕДИНСТВО СОЗИДАНИЯ И ДЕГРАДАЦИИ

Год 1942-й для нашей Родины был очень тяжким. Проблема энергетики вновь стала чрезвычайно острой и давала о себе знать повсюду. Вопрос вопросов становился все ближе и для меня. А в последующие годы энергетическая проблема меня уже никогда не покидала. Все размышления на эту тему, чтение литературы все больше укрепляли мои новые убеждения.

Что же это за убеждения?

Постоянно наблюдая окружающую природу, я не раз восхищался ее созидательной силой. Мир находится в непрерывном обновлении — в нем всегда что-то отмирает и что-то создается. Это извечный закон природы. Астрономы убедительно доказали, что в мире звезд и туманностей непрерывно идет гигантский процесс образования новых звезд и планет. И там же время от времени возникают сверхъяркие звезды, что свидетельствует о взрывах, прекращающих существование самих звезд. Межзвездная материя — газ, туманности, метеорная пыль и осколки некогда существовавших миров — то рассеивается, то вновь концентрируется и образует новые небесные миры.

Процесс образования новых звезд из рассеянной материи — ныне непреложно установленный факт. Он подчиняется определенным закономерностям, и его ни в коем случае нельзя свести к флуктуациям распределения энергии во Вселенной. Он существует наравне с гибелью звезд и тем доказывает диалектическое единство сил природы, вечное существование материи и ее движения.

А как обстоит дело с единством созидания и разрушения на нашей Земле?

Говорят, что Ньютон открыл всемирный закон тяготения, увидев яблоко, падающее с яблони. Надо полагать, что это только легенда. Законы Ньютона — это прежде всего результат большого труда, а не плод случайного наблюдения. Но если уж настраиваться на шуточный тон, то можно посоветовать каждому желающему по-

дольше посидеть под каким-нибудь деревом: авось удастся открыть нечто, чего люди не замечали.

Что я мог бы заметить, наблюдая одно и то же дерево долго-долго — не часами, не сутками, а годами? Вероятнее всего, то же самое, что и каждый другой. Вот наступила осень, листья вянут, отмирают и падают на землю. Они перегнивают, обогащают питательными веществами почву и в один из последующих сезонов вновь превращаются в зеленую массу. Минет лето, и снова листва отмирает, а потом вновь появляется на дереве. И так из года в год, в течение всей жизни дерева, которая длится иногда столетиями. И не просто листья вновь восстанавливаются, а по закону расширенного воспроизводства, ибо каждый год зеленой массы родится больше, чем в предыдущем году. А значит, и больше отмирает ее и, следовательно, больше образуется питательных веществ от перегной.

Так на глазах у всех происходит вечный круговорот в природе — то разрушение, то созидание зеленой массы, хлорофилла.

Живая биологическая ткань, это высшая форма материи с ее функциями обмена, с непрерывным синтезом и распадом — наглядное подтверждение закона концентрации и деконцентрации энергии в природе, так как синтез может происходить только при повышении энергетического потенциала, а распад — при понижении его. Любая клетка живой ткани демонстрирует это диалектическое единство двух противоположных процессов.

Могут возразить на это, что здесь участвует солнце. Но позволительно спросить: а с каких это пор солнце перестало входить в понятие «природа»? В природу входит все — и солнечные лучи, и влага водоемов, и питательные соли почвы, и воздух, из которого растения черпают углекислоту и азот. Положите на блюдечко дубовый желудь, поставьте рядом с ним ведро воды, а в другое ведро насыпьте земли, и пусть все это в изобилии освещается солнцем хоть сто лет подряд, но растение в этом случае, конечно, не вырастет. И каждый объяснит, что здесь для произрастания зерна не создано необходимых условий.

А вот когда желудь упал в землю и лежит в ней при благоприятной температуре, когда дождь или садовник поливает его водой, а солнце посылает к нему достаточно, но не в избытке света и тепла, тогда начинается раз-

витие растения, оно растет и крепнет, постепенно превращаясь в могучее дерево.

Пример этот элементарно прост, и, может быть, кто-нибудь упрекнет меня в чрезвычайном упрощенчестве. Но я сознательно его привел, чтобы показать, что процесс созидания, процесс концентрации материи и энергии идет и на нашей Земле, на глазах у всех. В работах Д. Н. Прянишникова было показано, что любое растение усваивает азот не только из почвы, но и из воздуха и что процесс усвоения можно ускорить, применяя различные химические средства.

Всякому ясно, что березовым или сосновым зернышком печки не истопишь и обед на нем не сварிшь, а вот когда при определенных условиях это зерно превратится в могучее дерево, то тут уж всякий скажет, что это реальное топливо.

«Только совокупность двух процессов — созидания и разрушения — характеризует живое тело».

В полном согласии с этими словами К. А. Тимирязева находится и высказывание нашего замечательного геохимика академика В. И. Вернадского (1863—1945), который утверждал:

«Уменьшение энергии, ее рассеяние в виде пепла не имеет места в жизни (такой, как мы ее понимаем) зеленых хлорофильных растений или автотрофных микробов, взятых в природном аспекте, то есть неразрывно от биосферы».

Итак, в бесконечных просторах Вселенной происходят гигантские энергетические процессы. У нас на Земле в живой природе мы постоянно наблюдаем созидание. И то и другое противоречит широко распространенному представлению, будто энергия может только деградировать, только растрачиваться.

Живший в прошлом веке немецкий физик, один из основателей термодинамики и создателей молекулярно-кинетической теории теплоты Р.-Ю.-Э. Клаузиус, вывел первую формулировку второго начала термодинамики (постулат Клаузиуса), согласно которому теплота не может сама собой переходить от тел более холодных к телам более нагретым. Есть множество других теорий, призванных доказать деградацию энергии и невозможность ее обратной концентрации.

Но ведь природа вечно изменяется, вечно находится в движении, и она не могла бы бесконечно существовать,

если бы все процессы в ней шли только в сторону диссипации, т. е. рассеяния энергии.

В природе обязательно должны иметь место процессы и обратного характера, т. е. процессы концентрации энергии.

Уже в Свердловске в моем сознании это настолько прочно сложилось, что я и думать ни о чем другом не хотел. Я ясно понял, что это всеобщий закон, что в природе так должно происходить. Но где найти подтверждение своим мыслям? Я начал жадно изучать литературные источники. Будучи глубоко убежден в том, что в основе всякого поиска лежит анализ, методология, я обратился прежде всего к классикам марксизма, основоположникам диалектического материализма. И я не ошибся в своих предположениях и надеждах. Именно у них я нашел высказывания, давшие мне первое удовлетворение.

Фридрих Энгельс в своем знаменитом труде «Диалектика природы» писал:

«Мы приходим, таким образом, к выводу, что излученная в мировое пространство теплота должна иметь возможность каким-то путем — путем, установление которого будет когда-то в будущем задачей естествознания, — превратиться в другую форму движения, в которой она сможет снова сосредоточиться и начать активно функционировать. Тем самым отпадает главная трудность, стоящая на пути к признанию обратного превращения отживших солнц в раскаленную туманность».

Найдя это указание Энгельса, я еще больше уверовал в осуществление своей мечты найти такие процессы, которые вели бы не только к рассеянию энергии, но и к ее концентрации. Концентрация и децентрация энергии в природе должны существовать обязательно в диалектическом единстве.

ПОЧЕМУ! ТЫСЯЧА РАЗ — ПОЧЕМУ!

Но почему же указание Энгельса о том, что отыскание путей, ведущих к сосредоточению энергии, должно стать задачей естествознания, не выполнено, почему оно забыто? Почему? Тысяча раз — почему?

Все открытые до сих пор способы получения энергии — экстенсивные. Человечество пока овладело только той ветвью мирового энергетического закона, которая

связана с диссипацией, т. е. рассеянием энергии. Факты рассеяния энергии мы наблюдаем постоянно, поэтому не удивительно, что они были познаны и использованы первыми.

Однако буржуазные идеологи возвели эту сторону проявления сил природы в некий мировой закон, чуть ли не равнозначный закону сохранения энергии. Проповедуется принцип деградации не только энергии, но и материи вообще.

Существуют даже теории, согласно которым человек с его мышлением не есть высшая форма материи, образовавшаяся из более простых форм, а представляет собой результат деградации более сложных, более организованных клеток. Отрицая материалистическое понимание развития материи, находящейся в вечном движении, в вечном взаимопревращении, в вечном взаимодействии частей, ее составляющих, проповедники идеалистических теорий доходят до абсурдных выводов.

Впрочем, и сами они не отрицают возможности созидания, они лишь приписывают эту способность не самой природе, а богу.

Во всех религиях есть на этот счет свои легенды и мифы. В индийской мифологии, например, бог Шива так и именуется — бог разрушения и созидания.

Надо ли доказывать, что современная наука способна проникать в глубочайшие тайны природы? И едва ли кто-нибудь наберется сейчас смелости защищать теологические взгляды на первопричину появления миров.

Фридрих Энгельс дал достойную отповедь мракобесным теориям и взглядам. Он убедительно показал, что мир не создан по мановению божьего перста, что он не имеет начала и не будет иметь конца. Никакая «тепловая смерть» ему не грозит.

Эта работа Энгельса долгое время даже не была опубликована. Альберт Эйнштейн, которому рукописи Фридриха Энгельса под общим названием «Диалектика природы» были направлены на отзыв Центральным комитетом немецкой социал-демократической партии, признал их «не имеющими значения».

Только в 1925 г., уже после смерти великого Ленина, они впервые увидели свет у нас в СССР.

Но и после этого еще очень долго, вплоть до 1961—1962 гг., эти высказывания Энгельса почти не приводились и не цитировались в трудах по точным наукам —

ссылок на них не было ни в физике, ни в теплотехнике. Точные науки проходили мимо этих положений Энгельса, считая их противоречащими понятию энтропии, колебать которое иные ученые и сейчас еще считают смертным грехом.

Даже такой прогрессивный ученый, как академик Абрам Федорович Иоффе, в своей книге «Проблемы современной физики», выпущенной в 1949 г., писал:

«Окружающий нас звездный мир так далек от равновесия, что мы можем ожидать только процессов, ведущих к росту энтропии».

Иными словами, Иоффе также говорит о неизбежности тепловой смерти. Правда, он тут же добавляет: «...но во Вселенной встречаются участки, где энтропия растет, как и участки, где она убывает. В целом энтропия то удаляется от максимального значения в одних местах, то приближается к максимуму в других». Но это не избавляет нас от грустной перспективы.

Мне не раз приходилось беседовать с Абрамом Федоровичем на эту тему. Были у нас и горячие споры. В последний раз он сказал:

— Поверьте мне, Павел Кондратьевич, в бога я не верю, я не приписываю ему сотворение мира. Я не знаю, кто создал мир, но я твердо знаю, что он идет только к постепенному выравниванию всех и всяких потенциалов, к состоянию наибольшей вероятности. Если и есть в мире где-то процессы созидания, то их можно выразить столь малой вероятностью, что она будет выражаться дробью, не более чем одна десятая и в знаменателе еще восемьдесят четыре нуля,— энтропию нельзя перешагнуть.

Некоторые другие физики высказывались на этот счет так:

— Помилуйте, да это же философия, политика. При чем тут физика?

Поскольку так часто ссылаются на энтропию, следует, пожалуй, остановиться на этом понятии несколько подробнее, хотя и не хотелось бы приводить здесь узкоспециальной терминологии.

В физике в самом общем случае под энтропией понимается мера вероятности существования данной системы. Чем больше энтропия, тем более вероятно состояние системы. Другими словами, приращение энтропии системы всегда больше или равно нулю¹.

¹ Математически это соотношение записывается так: $\Delta S_{\text{сист}} \geq 0$.

Такое соотношение выражает, с одной стороны, принцип неуклонного возрастания энтропии, преобладания более вероятных событий над менее вероятными, а с другой стороны, оно является еще одной математической формулировкой второго закона термодинамики.

На основании изучения необратимых процессов в замкнутой системе Клаузиус пришел к выводу, что и во Вселенной в целом, которую, кстати сказать, никак нельзя считать замкнутой системой, энтропия стремится к максимуму, и тем «обосновал» неизбежность тепловой смерти ее. Он сделал вывод, что рано или поздно течение всех тепловых процессов прекратится и Вселенная достигнет равновесия.

Еще в прошлом веке многие ученые отрицали этот «энтропийный постулат» Клаузиуса и принцип необратимости. В их числе были европейские ученые Ю.-Р. Майер, Г.-Л.-Ф. Гельмгольц, К.-О. Мор, У.-Д.-М. Ранкин, В.-Ф.-Г. Нернст и другие. Однако реакционная философия использовала толкование Клаузиуса для того, чтобы доказать правильность религиозных представлений о «начале» и «конце» мира. На протяжении многих десятилетий оно преподносилось во всех учебниках как незыблемый закон природы и стало приниматься на веру.

В наше время толкование Клаузиуса уже не имеет той силы, как еще несколько лет назад. Теперь все чаще и больше раздается голосов о том, что постулат Клаузиуса не универсален. Эти голоса проникают в научную и техническую литературу, в учебники для вузов.

Антинаучность утверждения Клаузиуса о стремлении энтропии мира к максимуму заключается именно в том, что выводы о возрастании энтропии в изолированной системе он бездоказательно перенес на неизолированную и даже на безграничную систему, какой является Вселенная.

Один из основоположников статистической физики и физики кинетики австрийский ученый Л. Больцман, а затем польский физик-теоретик М. Смолан-Смолуховский и русский физик Н. Н. Пирогов, опираясь на законы статистической физики и теорию вероятностей, показали, что переход тепла от тел более нагретых к менее нагретым, сопровождающийся увеличением энтропии, является лишь наиболее вероятным в замкнутой конечной системе, а не абсолютно необходимым. В отдельных частных случаях даже в замкнутой системе энтропия может

не увеличиваться, а уменьшаться. В микромире и в громадных пространствах Вселенной, к которым нельзя применять упрощенные выводы теории вероятностей, могут происходить процессы и с уменьшением энтропии.

Второй закон термодинамики носит, следовательно, не абсолютный, а статистический характер.

Очень важное замечание имеется в предисловии академика А. И. Берга к книге английского ученого Старффорда Бира «Кибернетика и управление производством», выпущенной Физматгизом в 1963 г. На странице 5 мы читаем: «Кибернетика, как самостоятельная наука, сформировалась именно благодаря тому, что было открыто единство процессов управления, где бы они ни происходили, ибо все они характеризуются точной количественной мерой — уменьшением энтропии».

ПРИРОДА — ВЕЛИКИЙ УЧИТЕЛЬ

Что в природе могут происходить самопроизвольные процессы, ведущие к образованию высоких температур, теперь должно быть совершенно бесспорным. По данным советских ученых В. А. Амбарцумяна, В. Г. Фесенкова, О. Ю. Шмидта и других астрономов, образование звезд происходит вечно, следовательно, и в нашу эпоху.

Теперь уже доказано, что в мире звезд и галактических туманностей непрерывно происходят новообразования. Но ведь и наша Земля также не представляет собой какое-то флюктуационное отклонение от некоей мифической «линии равновесия», а является продуктом концентрации и только концентрации космической пыли, осколков и всяких других больших и малых небесных тел. Отто Юльевич Шмидт был безусловно прав, когда выдвинул концентрационную теорию образования Земли.

Этот процесс концентрации происходит и сейчас. Притягивая и воспринимая на себя или в свою атмосферу ежедневно тысячи и тысячи больших и малых метеоров, наша Земля и сейчас массой своей растет. На Солнце этот процесс концентрации идет, вероятно, еще быстрее.

Космическая пыль и метеориты, являющиеся продуктом распада некогда сконцентрировавшихся систем, сами продукт концентрации, поскольку не только все сложные тела, но и все сложные атомы представляют со-

бой продукты образования из более простых частиц — нуклонов и атомов водорода, составляющих и заполняющих все межзвездное пространство.

С одной стороны, во всем обозримом межзвездном пространстве мы видим элементарные атомы водорода, состоящие из двух качественно противоположных частиц (протонов и электронов) и находящиеся в весьма рассредоточенном состоянии (их не более чем 10^4 атомов в 1 см^3 пространства, а то и того меньше). С другой стороны, гигантские скопления этой материи в виде звезд, планет и т. д., в которых концентрация атомов доходит до 10^{22} — 10^{23} атомов в 1 см^3 у поверхности, а в центре этих образований и того больше. В переводе на массу атомов водорода последние цифры должны быть увеличены еще на несколько порядков.

Если бы не было в природе процесса образования сложных атомов из более простых, мы не могли бы сейчас наблюдать естественный распад сложных радиоактивных элементов на более простые и тем более вызывать его искусственно. Процессы образования сложных атомов из более простых, а также обратного распада этих сложных атомов на более простые наглядно иллюстрируют собой закон концентрации и деконцентрации в действии.

Интересные данные о возникновении высоких температур на Солнце сообщил в 1962 г. директор Крымской астрофизической обсерватории член-корреспондент Академии наук СССР профессор А. Б. Северный. Ввиду большого значения этих данных для рассматриваемого нами вопроса приведу их возможно полнее. В «Правде» от 3 января 1962 г. профессор Северный писал:

«Особый интерес представляет изучение спектра Солнца, дающего ценнейшую информацию об атомных процессах, химическом составе, температуре, давлении в солнечных газах. Спектр позволяет измерять солнечные магнитные поля, следить за их изменением. Так, например, большая работа по расшифровке спектров солнечных вспышек и магнитных полей, связанных с ними, проведенная в Крымской астрофизической обсерватории, привела к заключению, что вспышки — своеобразные взрывы, возникающие в результате быстрого сжатия магнитных полей, приводящего к кратковременному нагреву небольшого объема солнечного газа до очень высоких температур — около 30 миллионов градусов. Дру-

гими словами, в основе явления вспышки лежит процесс превращения энергии солнечного магнитного поля в тепловую энергию. Столь быстрый нагрев приводит к возникновению рентгеновского излучения и выделению частиц большой энергии — осколков термоядерных реакций. Ускоряясь в магнитных полях Солнца, частицы достигают энергии космических лучей. Процесс сжатия одновременно приводит к выталкиванию солнечного газа с большими скоростями в космическое пространство.

Специфика космических процессов — в огромных масштабах явлений. Поэтому в лабораторных условиях подчас бывает трудно воспроизвести их. Например, чтобы осуществить процесс, сходный с солнечной вспышкой, потребовалось бы, вероятно, создать магнитное поле с напряженностью около миллиона эрстед, чего пока мы не в состоянии сделать. Однако не подлежит сомнению, что воспроизведение в условиях лаборатории некоторых космических процессов, влекущих за собой сверхмощные выделения энергии, может сыграть революционную роль в энергетике будущего».

Если эти наблюдения и выводы найдут в дальнейшем подтверждение, то они, несомненно, сыграют крупную роль в развитии представлений о вечном круговороте энергии в природе. В сообщении профессора Северного довольно убедительно показано, что при средней температуре поверхности Солнца около 6000°C на ней наблюдаются явления, сопровождающиеся повышением температуры до многих миллионов градусов. Это ли не подтверждение возможности перехода энергии из низкопотенциального состояния в более высокопотенциальное?

СОЛНЦЕ.

КРУГОВОРОТ ЭНЕРГИИ НА ЗЕМЛЕ

Но надо заметить, что подобные процессы происходят и у нас на Земле, хотя они и не достигают столь высоких температур. Если бы кто-нибудь наблюдал за земным шаром издали, то он, несомненно, заметил бы очень яркие вспышки, обусловленные огромной температурой грозовых разрядов. Температура Земли и ее атмосферы, как всем известно, не составляет и 300° Кельвина. Температура молекул испаренной воды, составляющих грозовое облако, тоже не выше. Однако, собираясь, сосредото-

чиваясь, концентрируясь из рассеянного состояния, молекулы воды образуют мощные грозовые тучи, разряд которых создает температуры, измеряемые сотнями тысяч, если не миллионами градусов.

Если продолжить эту аналогию, то примерно такой же характер мы должны приписать и нашим гидроэлектростанциям. Они являют собою яркий пример сосредоточения энергии испаренных над океанами частичек воды.

Моря и океаны, согретые Солнцем, ежегодно отдают в атмосферу в виде водяного пара около 500 000 миллиардов кубических метров воды. Это почти $\frac{1}{300}$ часть общего объема всей воды на Земле. Обращаясь в дождь и снег, эта огромная масса воды вновь возвращается на Землю и образует наши могучие реки. Над материками конденсируется приблизительно $\frac{1}{10}$ часть испаренной воды.

Сама же электроэнергия, добытая на гидроэлектростанциях из этого вечного круговорота, может быть обращена в тепловой источник практически неограниченно высокой температуры. В ряде лабораторий уже созданы электрические установки, имитирующие грозовые молнии. Конечно, они еще не достигают масштабов реальных молний, но энергия рек и здесь приводит к образованию колоссальных температур. Сама природа подсказывает нам пути, по которым следует идти для отыскания процессов, обратных рассеянию энергии. Такие процессы существуют, и когда-нибудь человек научится ими управлять.

Разве можно жалеть свои силы ради осуществления такой мечты!

Хорошо известно, что пока новая идея не завоеует масс, не станет достоянием общества, она не получит материальной силы; в лучшем случае она остается в мечтах, в фантазиях, а иногда и этого удела ей не предоставляют. Так происходит пока и с этой идеей, хотя теперь все больше и больше голосов раздается в ее защиту. Даже на Западе, где марксистское мировоззрение не в почете у ученых буржуазного толка, раздаются голоса сомнения в справедливости всеобщности принципа энтропии.

В 1961 г. в Государственном издательстве физико-математической литературы вышла книга Дж. Пирса под названием «Электроны, волны и сообщения». В этой книге есть такие строки:

«В термодинамике энтропия служит мерой неупорядоченности систем. Неупорядоченность может быть интерпретирована в смысле того, насколько мало известно наблюдателю о данной системе. Некоторые физики соотносят энтропию общей теории информации с энтропией физических систем. Как только наблюдатель выявил что-нибудь в физической системе, так энтропия системы снизилась, ибо для наблюдателя система стала менее неупорядоченной. Зная больше о физической системе, можно произвести большую работу за счет систем. И обратно, эти физики утверждают, что получение информации о состоянии системы, ведущее к снижению энтропии системы, требует затраты работы, реальной физической работы. Если бы это было не так, то можно было бы построить вечный двигатель, который был придуман Джеймсом Клерком Максвеллом. Основу такого двигателя составляет некое воображаемое существо, его называют «максвелловским демоном», которое в состоянии отсортировать находящиеся в физической системе молекулы с малыми тепловыми скоростями. Общая теория информации призвана показать, что «максвелловский демон» не в состоянии обеспечить выигрш в работе.

Читатель не должен смущаться, если изложенное в предыдущем абзаце окажется для него неясным. **Я и сам не был бы в состоянии доказать справедливость содержащихся там утверждений.** (Подчеркнуто мною.— П. О.)

В нашей литературе имеются указания и более определенные, чем эти туманные рассуждения. Так, в учебнике термодинамики профессора И. П. Базарова, выпущенном в конце 1961 г. Издательством физико-математической литературы, на странице 83 сказано дословно следующее:

«Наблюдения и открытия звездных ассоциаций показывают, что материя обладает никогда не утрачиваемой способностью к концентрации энергии и превращению одних форм движения в другие. (Подчеркнуто мною.— П. О.)

Правда, это сказано пока в отношении космических процессов, автор не взял на себя смелость перенести эти рассуждения в наши земные условия. Но ведь материя едина, она составляет неразрывное целое, и я уверен, что рано или поздно сказанное выше будет подкреплено данными и из наших земных условий.

Вечная материя с ее причудливыми и многообразными формами не только подтверждает факт концентрации материи, а соответственно и энергии в наших земных условиях, но и дает возможность открыть более общие законы движения материи, поскольку она сама является собой пример развития от простого к сложному.

Существуют растения, в которых процесс концентрации вещества, а следовательно, и энергии происходит дважды. По данным профессора А. Д. Александрова, лимонное дерево, например, в своих листьях сосредоточивает питательных веществ значительно больше того количества, которое необходимо ему для формирования листьев. В листьях лимонного дерева в процессе роста образуются своего рода кладовые запасов углеводов. А когда плоды начинают созревать, они питаются этими запасами. Не будь в живой природе процессов концентрации энергии, не было бы в ней и процессов накопления питательных веществ, обладающих присущей им свободной энергией. Любопытный факт наблюдается также и в цветке викториярегия: температура его листьев всегда несколько выше температуры окружающей среды.

Сам человек в действительности выполняет функции «максвелловского демона».

Что же касается микроорганизмов, то они даже в условиях полной темноты продолжают свою жизнедеятельность. Концентрируя (сосредоточивая) в себе рассеянную химическую энергию слабых растворов, они переводят ее в благородную энергию продуктов синтеза — в белок, спирт, жиры, энзимы и т. д. Не только в поверхностном слое воды, но и на огромных глубинах морей и океанов, под вековой толщей ледяного покрова в Арктике ни на минуту не прекращается сложная и многообразная жизнь микроорганизмов. Вся биосфера Земли находится в состоянии непрерывного изменения и обновления — в ней круговорот форм существования живой материи происходит вечно.

О самопроизвольном обновлении продуктов органического синтеза написано немало книг. Эта тема не перестает волновать и фантастов. Замечательный советский фантаст — романист Александр Беляев также посвятил ей часть своего творчества. В романе «Вечный хлеб» он очень красочно и ярко показал борьбу за обладание источником непрерывно нарождающегося хлеба. Хлеб, конечно, и на полях в определенных условиях самопроиз-

вольно произрастает в виде злаков. Однако профессор Брайер в этом романе нашел секрет самопроизвольного роста готового хлеба из рассеянных химических элементов окружающей питательной среды.

Рассказ, конечно, фантастичен, но и он не так далек от истины, если убрать из него некоторые упрощения.

Французский врач А. Бомбар поставил перед собой почти такую же задачу и даже на собственном опыте решил проверить ее. В 1952 г., после долгих и трудных приготовлений, он на маленькой парусной лодке предпринял попытку переплыть Атлантический океан без каких-либо запасов съестных продуктов. Он поставил перед собой цель доказать, что человек может существовать в морской стихии, питаясь только тем, что дает само море. «Море кормит миллионы людей, снабжая их рыбой и другими продуктами,— размышлял Бомбар.— А потерпевшие кораблекрушение гибнут в нем от голода и жажды. Какая злая ирония: погибать от голода в огромной миске с «живым супом» из планктона и страдать от жажды среди безбрежных просторов воды!» Так кратко, но выразительно Бомбар охарактеризовал свою цель. И он достиг ее! Он переплыл океан, питаясь только тем, что дает само море.

Разве это не «максвелловский демон», сознательно управляющий течением процессов?

Известный американский ученый, «отец» кибернетики Н. Винер так излагал свое отношение к идее «максвелловского демона»:

«Легче, конечно, отвергнуть вопрос, поставленный Максвеллом, чем ответить на него. Самое простое — отрицать возможность подобных существ или механизмов. При строгом исследовании равновесной системы мы действительно найдем, что в равновесной системе они не могут существовать. Но если мы примем с самого начала это положение и не будем пытаться доказать его, то мы упустим прекрасный случай узнать кое-что новое об энтропии и о возможных физических, химических и биологических системах».

История развития в нашей стране кибернетики наглядно показывает, как новое направление в науке порой незаслуженно квалифицируется лженаукой.

В любом справочнике или энциклопедии издания первых послевоенных лет можно прочесть, что кибернети-

ка — реакционное течение в науке. Однако не прошло и 10—15 лет, как эта «лженаука» опрокинула все утверждения своих противников и прочно вошла в жизнь. Ныне ей придается огромное значение, ибо она практически помогает решать насущные задачи организации производства и повышения производительности труда.

Продолжая свои рассуждения о возможности само-направленного течения созидательных процессов, Винер далее пишет:

«Закон возрастания энтропии справедлив только для полностью изолированной системы и не применим к изолированной части такой системы. Поэтому мы должны рассматривать в идее Максвелла энтропию системы газ — демон, а не энтропию одного газа. Энтропия газа есть лишь один компонент общей энтропии более широкой системы».

На вопрос, можно ли найти другие, связанные с «демоном» компоненты, входящие в эту общую энтропию, Винер отвечает: «Бесспорно, можно. Демон может действовать лишь на основании принимаемой информации, а эта последняя, как легко доказать теперь, представляет собой отрицательную энтропию».

В своих спорах с противниками взглядов на возможность осуществления процессов, ведущих к концентрации энергии, я иногда привожу пример, который кое-кому, может быть, покажется чрезмерно простым, но он очень нагляден.

Представьте себе, что, изрядно проголодавшись, вы сели за стол и перед вами поставили котлеты и яблоки. Вы тянетесь за котлетой. Ведь не бог же и не черт руководит вашими действиями? На это мне отвечают, что руководит ими в этом случае чувство голода.

Но ведь чувство голода — только внешнее проявление глубоких биологических процессов, происходящих в организме. Если мы считаем себя не сверхъестественными существами, а частицей самой природы, то должны признать, что природа может поддерживать себя сама и не только поддерживать, но и развиваться, накапливая в нас до определенного возраста силы и энергию.

На это опять могут возразить, что пища, которую человек принимает, используется с коэффициентом полезного действия ниже 100% и поэтому здесь нет никакого процесса концентрации.

Но разве при этом надо исходить от котлеты? Ведь не

она лезет в рот к человеку, ее берет человек, расходуя при этом энергии, безусловно, меньше, чем приобретает с котлетой. Если бы это было не так, то человека не существовало бы на свете.

Ни о каком коэффициенте полезного действия для природы говорить нельзя. Природа никогда ничего не теряет, ничего не проигрывает. В ней действует только один закон — закон сохранения вещества и энергии, и она его никогда не нарушает. Представление же о коэффициенте полезного действия, характеризующем наши двигатели, сильно расходится с тем, что в действительности происходит в природе. Думаю, что термин «коэффициент полезного действия» в принятом понимании лучше заменить термином «коэффициент преобразования». Тогда и недоразумений на этой почве было бы, наверное, меньше.

НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННОСТЬ И ПРОБЛЕМА КОНЦЕНТРАЦИИ ЭНЕРГИИ

С тех пор как в моем сознании отчетливо определился термин «концентрация энергии», противоположный широко распространенному понятию о рассеянии энергии, прошло более 40 лет. И надо прямо сказать, что порой этот термин было небезопасно произносить вслух — многие считали его свидетельством невежества и были готовы «предать анафеме» всякого, кто его произносит. Можно преклоняться перед смелостью тех ученых, которые именно в этот период борьбы за новую идею нашли в себе мужество выступать в ее поддержку.

В начале 50-х годов в нашей лаборатории образовалась небольшая, но инициативная группа по изучению проблемы концентрации энергии, начавшая разработку ее методологических основ. Было задумано составить записку, которая отражала бы все научно-философские основания правомерности постановки проблемы. Дейтельное участие в составлении такой записки принял тогда Виктор Иванович Рыбалко. В итоге в 1953 г. была написана работа под названием «Закон концентрации энергии — фундаментальный закон природы». В обсуждении и составлении указанной записки принимали участие и некоторые другие сотрудники лаборатории и института. Всем им моя глубокая благодарность.

Надо было выяснить отношение к ней научной общественности, найти первую поддержку новым идеям среди ученых. Кого было больше в то время — скептиков или оптимистов? Конечно, скептиков. Да это и неудивительно: ведь куда проще и спокойнее присоединиться к официальной точке зрения по этому вопросу, зафиксированной во всех учебниках, начиная от предназначенных для начальной школы и кончая вузовскими, и сводившейся к тому, что энергия может только рассеиваться. Что ж, тем ценнее те смелые выступления, которые были направлены на поддержку новых идей.

Как и следовало ожидать, первую и решительную поддержку мы нашли у биологов, людей, непосредственно связанных с изучением живой природы.

В отзыве на нашу работу заведующий кафедрой физической и коллоидной химии Тимирязевской сельскохозяйственной академии профессор, доктор сельскохозяйственных наук С. А. Алешин писал:

«...именно эта способность зеленых растений концентрировать лучистую энергию Солнца (через фотохимическую реакцию возбуждения хлорофилла) в виде химической энергии синтезированных углеводов позволила одному из крупнейших физиков нашего времени — Жолио-Кюри полагать, что не столько атомная энергия, сколько массовый синтез молекул, аналогичных хлорофиллу, произведет подлинный пересворот в энергетике мира.

Таким образом, те положения, которые развивают авторы в рассматриваемой монографии, находятся в созвучии со взглядами, разделяемыми лучшими представителями науки».

Заведующий кафедрой дарвинизма Московского государственного университета профессор Ф. А. Дворянкин 27 июня 1953 г. высказал свою точку зрения так:

«Закон концентрации энергии, который кажется столь невероятным некоторым физикам, на самом деле совсем не ужасающе смелое обобщение, а лишь констатация закона сохранения материи и ее движения, только взятого под другим углом зрения — со стороны вечности источников энергии, со стороны их неуничтожимости и несотворимости.

Во всяком случае, инициативу авторов следует поддерживать, все равно, справились или нет они, по мнению специалистов, с доказательствами. Вопрос, поднимаемый авторами, не случайно встал перед наукой. Исследования

Однажды я читал статью
Альберт^{ит} ее говорит о
нейматическом поужа-
нии силнца, но надеж-
ся, что человечество
все-таки извернется.

Тогда, я подумал:
какой оптимизм!... и
не находил сам воз-
можности вытужить
из беды.

Но вот прошло 2 де-
сятка лет и ее мал-
дущий тезис со зрело
сым надеждой об
обратимости процесса
растания Гетца.

К. Циолковский
9 мая, 1905 года. Каура

Из рукописи К. Э. Циолковского

в этой области, когда они завершатся открытиями, пере-
ведут всю физику на новый, качественно более высокий
уровень. Это, по моему мнению, должно быть ясно даже
любому непосвященному. Откроется новое поле управле-
ния интенсивными источниками энергии, может быть,

столь же даровое, как открытие способа идти на парусах против ветра, которое древним тоже казалось абсурдным».

Мы нашли солидарную поддержку и среди специалистов физико-математических наук. Профессор, доктор физико-математических наук А. А. Гухман 10 мая 1953 г. писал по этому поводу в президиум Академии наук СССР следующее:

«Принцип возрастания энтропии, который утверждает увеличение энтропии совокупности тел, охватываемых любым реальным процессом (и, следовательно, устанавливающий неизбежность рассеяния, «деконцентрации» энергии), отнюдь не является универсальным законом природы. Широко распространенное понимание этого принципа как некоего мирового закона, стоящего рядом с законом сохранения и превращения энергии и его дополняющего, неправильно. Для такого понимания нет никаких рациональных физических основ. Оно коренным образом противоречит материалистическому мировоззрению и в своем логическом развитии приводит к фидеизму.

Таким образом, резюмируя, мы должны сказать, что в очень острой и конкретной форме поставлен большой, чрезвычайно сложный вопрос. Нет никаких общих принципиальных оснований отклонять его. В конечном счете вопрос сводится к опытам и к конкретным результатам экспериментальных исследований».

Профессор, доктор физико-математических наук А. В. Улитовский 26 января 1953 г. писал:

«Задача, поставленная в работе тов. Ощепкова, весьма актуальна, своевременна и созвучна нашей эпохе. Решение ее нельзя откладывать на долгие годы.

По своей разработанности обширная программа экспериментов показывает высокую степень знания насущных вопросов современной электроники. Нет сомнения в том, что углубленная проработка поставленных в программе вопросов уже на ранней стадии работы приведет к практически полезным выводам до того, как будет решена проблема в целом».

Примерно в то же самое время в своем отзыве на работу под названием «Закон концентрации энергии и новые проблемы электроники» начальник кафедры кандидат технических наук В. И. Лутовинов писал в президиум Академии наук СССР:

«Полагаю, что работа и предложения П. К. Ощепкова

имеют государственное значение и заслуживают самого серьезного внимания и поддержки».

Профессор, доктор физико-математических наук Э. М. Рейхрудель 25 мая 1953 г. по этому же вопросу высказался так:

«...положительное решение хотя бы части поставленных вопросов может дать качественно новые направления в современной физике и технике.

Широта обсуждаемых в работе методологических и научных проблем и смелость в постановке новых вопросов — в связи с принятым стилем изложения, — возможно, приведут к тому, что не все читающие работу сразу поймут ценность заложенных в ней идей».

Заслуженный деятель науки, профессор Г. К. Хрущев 20 октября 1953 г. в своем отзыве на работу «Закон концентрации энергии — фундаментальный закон природы» писал:

«Работа читается с большим, неослабевающим интересом. В ней много смелых, но, как мне кажется, вполне обоснованных мыслей, идей. Подкупает эта работа большой искренностью и непреодолимым стремлением к поискам новых путей в науке, путей, открывающих большие перспективы законам развития природы».

Один из авторов прославленной «катушки», дважды лауреат Государственной премии И. И. Гвай в своем отзыве на ту же работу 8 февраля 1954 г. писал в президиум Академии наук СССР:

«Плодотворное решение задач, сформулированных тов. Ощепковым и его сотрудниками, может дать нашей стране изобилие энергии, а тем самым и изобилие в материальной и культурной жизни всего общества... Надо поддержать и оказать немедленную помощь в развертывании работ в этом направлении. Эти работы даже в ходе последовательного выполнения отдельных этапов обещают обогатить нашу страну и нашу науку и технику новыми реальными ценностями».

Чтобы лично оказать проблеме творческую поддержку, Иван Исидорович Гвай в том же году перешел в нашу лабораторию на постоянную работу и трудился в ней до конца своей жизни.

Тогда мы еще не знали, что в своих стремлениях имеем такого мощного союзника, как прославленный корифей науки Константин Эдуардович Циолковский.

ВЕЛИКИЙ ИЗОБРЕТАТЕЛЬ И ГЕНИАЛЬНЫЙ МЫСЛИТЕЛЬ

В 1954 г., работая в библиотеке Физического института имени А. Н. Лебедева, я совершенно случайно обнаружил небольшой томик трудов Ленинградского педагогического института имени Герцена — «Ученые записки, т. 90, 1953 г. Кафедра философии».

Перелистывая книгу, к великому своему удовлетворению, я нашел в ней статью молодого ученого В. А. Брюханова «Критика К. Э. Циолковским теории тепловой смерти мира».

Оказывается, К. Э. Циолковский в течение почти всей жизни был непримиримым и последовательным борцом против реакционной теории тепловой смерти мира.

В статье Брюханова приведено интересное место из высказываний Циолковского, которое убедило меня в том, что он наш друг и защитник. Вот это место:

«Однажды я читал статью. Автор ее, говоря о неизбежности потухания Солнца, надеется, что человечество все-таки извернется.

Тогда я подумал: «Какой оптимизм!» — и не находил сам возможности выпутаться из беды. Но вот прошло два десятка лет, и в моей душе созрело семя надежды об обратимости процесса рассеяния тепла. (Подчеркнуто мною.— П. О.) Если это так, то человечеству открывается светлое будущее».

До конца своих дней К. Э. Циолковский не переставал думать об этой проблеме и оставил прекрасное наследие в этой области.

В 1935 г., т. е. незадолго до смерти, великий оптимист и провозвестник нового опять возвращается к этой теме. Говоря о буржуазной науке, он пишет:

«...модны идеи о тепловой смерти Вселенной и равномерном рассеянии энергии».

И неутомимый ученый вновь и вновь повторяет свою аргументацию против абсолютности постулата Клаузиуса и указывает, что «теоретически возможно обратное течение тепловых процессов... мы не ознакомлены только с условиями, при которых они происходят».

Это дало нам повод более углубленно исследовать архивы К. Э. Циолковского. Оказывается, из-за чрезвычайной смелости этих мыслей и противоречия их установившимся в науке взглядам большинство из них никогда не было опубликовано и лежало в архивных подвалах.

Сам К. Э. Циолковский писал по этому поводу:

«Мое новаторство стало выходить наружу, и это оттолкнуло от меня «правоверных», не сомневающихся ученых».

Огромную помощь в отыскивании интересующих нас рукописей К. Э. Циолковского оказал его друг и сподвижник Борис Никитич Воробьев.

Имея таких друзей и такие интересные и важные источники, мы решили собрать все высказывания Циолковского об обратимости явлений в единую книжку, чтобы довести их до сведения широкой научной и технической общественности. За эту работу с жаром взялся И. И. Гвай и мастерски выполнил ее. Из-под его пера вышла замечательная книга «О малоизвестной гипотезе Циолковского», изданная в 1959 г. в Калуге с моим предисловием. (В 1957 г. в издательстве Академии наук СССР появилась книга И. И. Гвая «К. Э. Циолковский о круговороте энергии».)

При составлении этой книжки мы обнаружили, что мысли и чаяния К. Э. Циолковского в этой области разделяет ряд крупных прогрессивных ученых мира. Было решено с максимально возможной полнотой отразить и это положение. Поэтому на книжку И. И. Гвая надо смотреть как на попытку создать своего рода энциклопедию сведений, необходимых для обоснования правомерности постановки вопроса о концентрации энергии.

С моей точки зрения, проблема концентрации энергии, бесспорно, является одной из величайших в наше время. Со значимостью ее для развития материальных сил общества едва ли может сравниться какая-либо другая. Однако и трудности, связанные с обоснованием этой проблемы, с ее утверждением в сознании людей, также очень велики.

Во всех учебниках утверждалось и утверждается, что все реальные процессы могут идти только с возрастанием энтропии. Черным по белому и даже курсивом в учебниках физики написано, что «ни одна машина не может дать выигрыша в работе». На этом воспитываются миллионы, и переменить это представление — задача нелегкая.

К. Э. Циолковский писал по этому поводу:

«Если бы я даже поставил опыты и получил по ним положительные результаты, то мне и в этом случае все равно никто бы не поверил».

В этих условиях трудно рассчитывать на быструю поддержку идеи о концентрации энергии со стороны тех, кто сам воспитан на совершенно иных представлениях и передает их новым поколениям. Борьбу за новые представления можно сравнить разве только с исторической борьбой за атомизм.

Л. Больцман всего каких-нибудь пять лет не дожидаясь до полного торжества своей гипотезы об атомном строении материи. Но о том, насколько эта борьба была остра и сложна, можно судить хотя бы по тому факту, что он покончил жизнь самоубийством. Ученые считали эту гипотезу голым вымыслом, не имеющим оснований в реальной действительности, и столь отдаленной от реальных нужд человечества, что не советовали ею заниматься. Даже сам Больцман думал, что торжество идей атомизма придет не раньше чем через 300—400 лет.

Жизнь превзошла даже самые смелые мечты защитников идеи атомизма. В наше время идеи атомного строения материи признаны безоговорочно повсюду. Будем надеяться, что и новые идеи о концентрации энергии, утверждению которых посвятили свои силы многие труженики науки, восторжествуют. Победа обязательно будет за ними.

Правда, пока мы имеем только методологическое, философское обоснование новой проблемы. Но кто решится утверждать, что можно миновать и этот этап ее развития?

При издании книг И. И. Гвая огромную помощь и поддержку ему оказали тогдашний вице-президент Академии наук СССР И. П. Бардин и академик А. А. Благонравов.

В письме на имя директора Калужского книжного издательства А. Ф. Сладкова 30 июня 1959 г. Иван Павлович писал:

«В этих публикациях раскрываются интереснейшие стороны жизни и деятельности К. Э. Циолковского. В них Циолковский предстает перед нами не только как крупнейший изобретатель и новатор в технике, но и как оригинальный мыслитель, выступающий в качестве поборника идеи использования круговорота энергии в природе».

Большую помощь оказали нам также калужские организации, свято хранящие память о своем земляке. Без их помощи нам не удалось бы, вероятно, довести эти мысли Циолковского до широкого круга читателей.

Профессор Борис Андреевич Остроумов, ознакомившись с рукописью книги И. И. Гвая, писал в адрес Калужского книжного издательства:

«Жизнь и труды К. Э. Циолковского представляют яркий пример судьбы выдающихся мыслителей, обладающих даром мощного научного предвидения, далеко опередивших своих современников. Только теперь с новых позиций, завоеванных точным естествознанием, мы можем оценить всю глубину его научных концепций, и нам становится понятной та тяжесть идейной борьбы, которую он вел за них, располагая лишь тем материалом, который был известен ученым полвека тому назад.

Для исследователей природы является поучительным примером того, как этот богатырь мысли, опираясь лишь на скромные с современной нам точки зрения научные средства, пытался разрабатывать труднейшие проблемы мироздания и шел на штурм задач, казавшихся неразрешимыми. Представляет большой интерес тот острый анализ современных ему, пользовавшихся широким распространением теорий, который позволил ему оторваться от общепринятых представлений и далеко шагнуть вперед. Ведь такая же критическая оценка и строгость мысли по отношению к успехам современной нам науки руководит и нашими передовыми учеными, приводя их к поразительным достижениям в изучении природы, происходящим на наших глазах. С этой точки зрения подробное изучение творческого пути К. Э. Циолковского будет полезно всем, в чьем сознании теплится огонек творческих стремлений, для кого дорог каждый шаг вперед в познании природы».

И. И. Гвай трудился над книгой с увлечением и вдохновением. Про него можно сказать теми же словами, какие написал в 1915 г. К. Э. Циолковский о самом себе:

«Основной мотив моей жизни — сделать что-нибудь полезное для людей, не прожить даром жизнь. Вот почему я интересовался тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы. Но я надеюсь, что мои работы дадут обществу горы хлеба и бездну могущества».

Рассматривая и изучая труды К. Э. Циолковского, надо помнить, что он, ничего не зная о высказываниях Ф. Энгельса по поводу обратимости явлений, пришел самостоятельно к тем же самым выводам. Говоря об обратимости явлений, К. Э. Циолковский писал:

«Обратимость явления подтвердит вечную юность

Вселенной и даст великие технические возможности сосредоточения энергии».

Сравните эти строки с приведенным высказыванием Ф. Энгельса, и вы увидите, как они похожи.

Заканчивая эту главу, хочется еще раз сослаться на «Диалектику природы» Энгельса, в которой он говорил:

«Вопрос о том, что делается с потерянной как будто бы теплотой, поставлен, так сказать, в чистом виде лишь с 1867 г. ...возможно, пройдет еще немало времени, пока мы своими скромными средствами добьемся решения его. Но он будет решен: это так же достоверно, как и то, что в природе не происходит никаких чудес...»

Я постарался, насколько мог, показать, что не только передо мной, но и перед всеми нами жизнь снова и снова ставит крупные принципиальные вопросы. От них нельзя, да и не следует уходить. Величие и важность их для жизни человека могут вдохновить еще не один десяток пытливых исследователей на научные подвиги.

И не случайно наша Академия наук, руководствующаяся в своей деятельности марксистско-ленинским мировоззрением, первой в мире вынесла специальное постановление, поощряющее деятельность в этом направлении. Более того, 10 июля 1954 г. она поручила мне заниматься этой проблемой. Так что эта книга в какой-то мере тоже отвечает этому поручению. Постановление президиума Академии наук СССР было подписано президентом Академии наук СССР академиком А. Н. Несмеяновым и главным ученым секретарем президиума Академии наук СССР академиком А. В. Топчиевым.

Вот текст этого постановления:

«Поручить П. К. Ощепкову провести подготовку материалов по вопросам концентрации энергии для опубликования в печати, а также выполнить необходимые эксперименты в связи с намеченным обсуждением названной проблемы в Академии наук СССР».

Советская Академия наук первой в мире дерзнула поставить эту проблему в число решаемых задач.

Конечно, и в Академии наук СССР не все одинаково относятся к возможности решения этой грандиозной проблемы. И среди наших ученых есть еще ярые противники столь необычной постановки вопроса. Но законы развития материальных сил неотвратимо ведут к коренному пересмотру косных взглядов. Невозможное сегодня, как писал К. Э. Циолковский, станет возможным завтра.

НАВСТРЕЧУ ДЕВЯТОМУ ВАЛУ

*...у входа в науку, как и у входа в ад, должно
быть выставлено требование:*

*«Здесь нужно, чтоб душа была тверда; здесь
страх не должен подавать совета».*

К. Маркс

В 1822 г. Майкл Фарадей записал в своем дневнике: «Превратить магнетизм в электричество». Эта предельно короткая запись стала для него руководящей идеей на многие годы, воплощением его мечты.

Будучи от природы одаренным и любознательным, он интересовался всем. Он жадно ловил сведения, появлявшиеся в то время в печати, и прежде всего, конечно, в тех книгах, которые проходили через его руки — руки переплетчика.

Имея всего лишь четырехклассное образование, Фарадей самостоятельно постигал тайны науки. Где-то он вычитал, что датский физик Х.-К. Эрстед, экспериментируя, обнаружил присутствие магнитного поля вокруг медного проводника, по которому шел постоянный электрический ток. Это магнитное поле оказывало на стрелку компаса такое же действие, как кусок постоянного магнита.

Раздумывая над опытами Эрстеда, которые

были поставлены всего лишь за два года до появления приведенной выше записи в дневнике, Фарадей искал их первопричину. Он самостоятельно пришел к мысли о том, что образованием магнитного поля вокруг проводника с электрическим током мы обязаны не сверхъестественной силе, а природе самого электрического тока. Он твердо верил, что это поле есть результат прямого преобразования электрической энергии в магнитную.

Но если электрическая энергия может прямо, непосредственно принимать форму магнитной энергии, значит, должен существовать и обратный процесс — прямого и непосредственного преобразования магнитной энергии в электрическую, думал Фарадей. Доказать это стало его мечтой.

НАУЧНЫЙ ПОДВИГ ФАРАДЕЯ

Фарадей знал, что на заре своего развития человек научился добывать огонь путем трения. Он понимал, что при этом механическая энергия непосредственно превращалась в тепловую.

Фарадей знал также и то, что химическая энергия, как, например, в опытах Вольты, может превращаться в электрическую и наоборот. В его сознании день ото дня крепло убеждение в единстве сил природы. Он не мог себе представить, что в мире могут происходить процессы только одностороннего характера. Он все больше и больше приходил к убеждению, что в природе обязательно должны существовать и обратные процессы. Без этого, по его мнению, не могло быть вечно цветущего и развивающегося мира.

Но как доказать возможность обратного превращения магнитной энергии в электрическую?

Читая дневники Фарадея, знакомясь с материалами его архива, не устаешь удивляться и поражаться непреодолимости его стремления к поставленной цели.

Вот как будущий президент Английской академии наук писал в своем заявлении в академию:

«В Королевский институт в Лондоне. Прошу принять меня рассыльным или чернорабочим. Мне 21 год, работаю переплетчиком. Хочу посвятить себя науке. Прилагаю к сему мою первую работу — конспект лекций профессора Дэви.

МАЙКЛ ФАРАДЕЙ».

Выходец из низшего сословия, он первоначально не имел никакого доступа не только в научные общества, но и в лаборатории. У него не было ни приборов, ни самых обычных для нашего времени материалов, нужных для экспериментов. И все же, не имея в своем распоряжении ни кусочка изолированного провода, ни какого-либо прибора для измерения переменных токов, ни одного трансформатора или подобия его, Фарадей самостоятельно дошел до открытия тех законов, которыми мир восхищается и руководствуется по сей день. Попробуйте представить себя на месте Фарадея, и вы поймете те невероятные трудности, какие ему пришлось преодолеть на пути творчества. Одна неудача следовала за другой.

Фарадей дошел, например, до мысли о том, что для усиления магнитного поля вокруг электрических проводников эти проводники надо намотать так, чтобы магнитные поля, образующиеся вокруг них, складывались, усиливались. Для этого надо уложить провода на катушку как можно плотнее. Но где взять изолированные провода? Да и обязательны ли здесь изолированные провода? Это ведь для нас теперь очевидно, а тогда это не было еще ясно. Только после целого ряда неудач Фарадей пришел к мысли, что электрические провода в этом случае должны быть обязательно хорошо изолированными. Вероятно, не одно платье его супруги пошло на ленточки, которыми Фарадей обматывал провода, чтобы сделать из них требуемую катушку индуктивности.

Наконец и эта трудность осталась позади. Но как измерить электрический ток, который мог образоваться в одной катушке при внесении ее в магнитное поле другой катушки или при перемещении ее в поле какого-либо постоянного магнита? Теперь мы хорошо знаем, что наведенные токи и экстратоки могут образоваться в замкнутом витке электрического проводника только в том случае, когда этот проводник входит в магнитное поле или выходит из него. Если же величина магнитного потока, пересекающего виток, во времени не изменяется, то никакой наведенной электрической силы в нем не будет. А тогда и это не было известно. Фарадей думал, что достаточно в магнитное поле какой-либо катушки внести другую катушку, как сразу же в ней появится электрический ток. Тысячи раз ставит он опыты, и все безрезультатно. Слова «неудачно», «ошибка», «безрезультатно» все чаще и чаще появляются в его дневнике. И все же глубокая вера в то,

что цель поставлена правильно, что рано или поздно она будет достигнута, вдохновляет его, он не останавливается ни перед какими трудностями, ищет все новые пути решения задачи и наконец находит их. Приборы, которыми он пользуется для обнаружения наведенных токов, слишком грубы, они не приспособлены для измерения быстро переменных значений токов. Значит, надо создать и новые приборы, и такие условия проведения опытов, при которых погрешности были бы исключены.

Почти десять лет неудач и огорчений! Почти десять лет бесплодных на первый взгляд исканий! Но так могло казаться только постороннему наблюдателю. На самом же деле Фарадей от неудачи к неудаче мужал в науке, рос и подходил все ближе к цели.

И вот наступил 1831 г. Бывший переплетчик Фарадей — на трибуне Британского национального музея. Он читает первую лекцию о только что открытом им законе электромагнитной индукции, ставшем очень скоро одним из мировых и основополагающих законов во всей современной электротехнике.

Можно смело утверждать, что, не будь в распоряжении человечества этого закона, не было бы у нас сейчас ни машинной электротехники, ни современного радио и телевидения, ни всевозможных реле и средств автоматизации, ни тысяч других приборов. Своими опытами Фарадей ответил на поставленный им же самим в 1822 г. вопрос: можно ли превратить магнетизм в электричество? И доказал — можно.

Почти десять лет преследовала Фарадея неудача. Но полученные им за это время горькие уроки не прошли даром. Его труд был вознагражден сторицей. В течение всего каких-нибудь десяти дней он открыл такие законы, за которые благодарное потомство будет чтить его вечно. В Англии, например, имя Фарадея занесено в число почетных граждан на вечные времена. Каждый школьник теперь знает имя Фарадея, основоположника всей современной электротехники. Прошло уже более 150 лет с тех пор, как открыты законы электромагнитной индукции, но в их ясные и простые формулировки никто еще не смог внести ни одной поправки. Законы эти поражают своей точностью и лаконичностью.

Вот что писал по этому поводу Джеймс Клерк Максвелл в конце прошлого столетия:

«Все величие и оригинальность фарадеевского достижения могут быть оценены путем рассмотрения последующей истории этого открытия. Как и следовало ожидать, оно немедленно сделалось предметом исследований со стороны всего ученого мира.

После почти полувековой работы этого рода мы можем сказать, что, хотя практические приложения фарадеевского открытия возросли и продолжают каждый год возрастать в отношении их численности и ценности, ни одного исключения из формулировок этих законов, данных Фарадеем, не было и фарадеевская оригинальная формулировка остается по сей день единственной, которая выражает не более того, что может быть установлено экспериментом, и единственной, при помощи которой теория явления может быть представлена так, чтобы она была точна и количественно правильна, оставаясь в то же время в рамках простых методов изложения».

Фарадей оставил большое наследие и в других областях науки. Он впервые определил электрохимический эквивалент при электролизе, он предвидел дальнее действие высокочастотных электромагнитных полей — то, что мы называем теперь словом «радио». Он прошел путь от переплетчика до президента Лондонского королевского общества — Английской академии наук, и на всем этом пути оставил печать гениальности.

Далеко не гладок был его путь к вершинам науки. Ему пришлось испытать не только всю горечь неудач от опытов, но и всю тяжесть положения слуги. Однажды, когда он был приглашен вместе со своим господином, знаменитым в то время английским химиком и физиком Г. Дэви, в Париж на заседание Французской академии наук, чтобы сделать там сообщение о своих опытах, Дэви стал категорически возражать против одновременного их доклада. Он заявил, что не может так унизиться, чтобы наравне со своим слугой выступать перед столь высокой аудиторией! Пришлось уступить настояниям Дэви и назначить выступления на разные дни. А позже тот же самый Дэви не упускал случая подчеркнуть, что самым большим открытием в своей жизни он считает именно то, что он «открыл Фарадея».

История открытия законов электромагнитной индукции была весьма поучительной и в другом отношении: как это ни странно, оно было одновременно и своевременным и... преждевременным. Во время первого же публичного

сообщения Фарадея о его открытии ему была подана записка с чертежом принципиальной схемы машины, служащей для выработки электроэнергии при механическом вращении. К чертежу был приложен вопрос:

«Скажите, пожалуйста, если верно все то, что Вы говорите, то, вероятно, на основании Ваших открытий можно построить машину для выработки электроэнергии. Верна ли вот такая схема подобной машины?»

Фарадей ответил:

— Да, схема эта, безусловно, верна, и техника, вероятно, пойдет по пути создания таких машин.

Это были вещие слова гениального экспериментатора.

Кто был автором той записки, неизвестно,— записка не была подписана. Она хранится в Британском национальном музее. Этот факт наглядно показывает, что сознание людей к тому времени уже было готово воспользоваться плодами великого открытия.

А как относилась официальная наука к самой возможности такого открытия?

Есть документы, которые свидетельствуют о том, что после опытов Эрстеда ими стали увлекаться почти повсеместно. Во многих странах ученые стали их повторять. И они находили то же самое, что и Эрстед. Магнитная стрелка компаса неизменно поворачивалась, как только электрический ток включался в проводник, расположенный вблизи этой стрелки. Некоторые стали задумываться и над тем, чтобы превратить магнетизм обратно в электрический ток. Но это были попытки, не опиравшиеся на единое мировоззрение, не вытекавшие из глубокой веры в единство сил природы.

Первые же неудачи в попытках прямого превращения энергии магнитного поля в энергию электрическую толкнули многих ученых того времени не к преодолению трудностей, а к составлению «доказательств», что такой процесс неосуществим.

Выступая 26 ноября 1825 г. во Французской академии наук, один из всемирно известных ученых уверял, что обратное превращение магнитной энергии в электрическую принципиально невозможно.

Счастье, что Фарадей не был близок к кругам таких авторитетных ученых и не знал их отрицательного заключения по поводу того, чем он жил, о чем мечтал. А то

он, быть может, и оставил бы поиски. Что было бы, если бы он последовал за такими советчиками? Мы не имели бы сейчас развитой электроники с ее бесчисленными практическими приложениями.

Правое дело всегда приходит к своему законному торжеству. Если не Фарадей, то кто-нибудь другой пришел бы к тому же открытию. Но это, возможно, случилось бы на несколько десятков, а то и на сотню лет позже, и, может быть, наше поколение еще не пользовалось бы результатами этого открытия так, как мы ими пользуемся сейчас.

Конечно, Фарадей еще не мог увидеть и даже предвидеть всех многообразных плодов своего гениального открытия. Динамо-машина в промышленном оформлении, а с нею и электричество в современном понимании слова пришли к людям значительно позже; радио появилось более полувека спустя после открытия электромагнитной индукции (1831 г.). Значит ли это, что труд Фарадея был напрасным или преждевременным? Нет, и тысячу раз нет. Есть проблемы, решение которых приходит в результате усилий не одного поколения. Циолковский тоже не дождался блистательных полетов спутников Земли и космических кораблей, хотя всю теорию их постройки создал он. Именно он проложил дорогу к современным достижениям в космосе.

Надо уметь, как Фарадей и Циолковский, приносить свой самоотверженный труд на алтарь грядущих побед науки и практики. Надо уметь видеть это грядущее, и тогда любой, даже самый незначительный успех на этом пути будет освещен радостью творчества.

Часто пальму первенства отдают тому, кто сказал последнее слово в той или иной области, кто положил последний мазок на картину. А ведь в действительности только целеустремленный труд многих приводит к желаемой цели. Труд предшественников и зачинателей не менее важен, чем труд последователей и завершителей. Образно говоря, без красок и кистей, без подрамника и холста не может быть и самой картины.

История показывает, что настоящих успехов в науке добывается только тот, кто глубоко верит в единство сил природы, в вечность существования материи и ее движения, в вечность круговорота энергии в природе.

ЧЕЛОВЕЧЕСТВО СТОИТ ПЕРЕД ГИГАНТСКОЙ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИЕЙ

В основе всей современной энергетики лежит, как известно, принцип превращения энергии. Именно эта, качественная сторона является самой важной частью в определении всеобщего закона сохранения энергии, а не количественная сторона, известная еще со времен французского философа и математика (XVII в.) Рене Декарта, знавшего, что движение неуничтожаемо.

Энергетика в широком смысле этого слова — главная проблема всякого физического, химического или биологического процесса. Все совершается за счет энергетических переходов или превращений. Энергетика в узком смысле слова (т. е. энергетика техническая) также связана с энергетическими превращениями. На электрической станции, например, химическая энергия топлива превращается сначала в тепловую энергию, потом в энергию упругого пара, потом в механическую, и, наконец, последняя в турбогенераторах превращается в энергию электрическую.

Электрическая энергия, как наиболее гибкая форма, получила настолько широкое распространение, что многие даже называют наше время веком электричества.

Однако следует всегда помнить, что энергия едина, различны только ее формы. Следовательно, должна существовать полная взаимопревращаемость всех видов энергии или, по крайней мере, хотя бы тех ее форм, которые известны нам в настоящее время.

Первой формой, которую познал человек, была энергия механическая — механическая работа. Потом он научился превращать ее в энергию тепловую — стал добывать огонь трением.

Обратный переход, как уже отмечалось, совершился не скоро. Вероятно, прошло несколько десятков тысячелетий, прежде чем Герон Александрийский в 120 г. до нашей эры изобрел машину, вращающуюся за счет силы струи пара, — далекий прототип современной паровой турбины. И прошло еще почти две тысячи лет, пока была построена паровая машина — первый прибор для превращения тепловой энергии в действительно полезное механическое движение («огненная» машина). Этим был завершен первый круг взаимных превращений двух раз-

личных видов энергии. Было доказано, что теплота и механическое движение действительно взаимопревращаемы.

Блестящими опытами Фарадей добыл от природы еще одно доказательство взаимопревращаемости различных видов энергии. Он показал, что электрическая и магнитная формы энергии также могут переходить одна в другую. Теперь этим уже не ограничиваются доказательства взаимопревращаемости различных видов энергии. При зарядке аккумуляторов, например, происходит прямое и непосредственное преобразование электрической энергии в энергию химически потенциальную, а при разрядке — обратное ее превращение. Свет может преобразовываться в электрическую форму энергии, а электричество — в свет. Электроны и позитроны, аннигилируя, могут образовывать кванты излучения, а последние, при определенных условиях, могут переходить в пары позитрон — электрон. Этот закон в природе действует повсюду.

Но можно ли утверждать, что мы уже знаем все об этом великом законе природы? Можем ли мы управлять всеми его проявлениями? Является ли круг взаимных превращений различных видов энергии замкнутым во всех его звеньях? Утвердительного ответа на все эти вопросы мы получить пока не можем, на пути к нему стоит еще много нераскрытых тайн природы. Раскрыть их — наша задача.

Чтобы проиллюстрировать свою мысль, приведу один весьма простой, но, как мне кажется, достаточно убедительный пример.

Из житейского опыта всем хорошо известно, что если включить в штепсельную розетку электрическую плитку или даже простую проволочную спираль, то она накалится, т. е. произойдет прямое, всеми видимое, непосредственное и стопроцентное преобразование электрической энергии в энергию тепловую. Известно также, что в этом случае тепловой энергии выделится ровно столько, сколько было взято из сети электрической энергии в равноценном исчислении.

Конечно, в обычных условиях не всю выделившуюся тепловую энергию можно собрать и эффективно использовать. Но ведь и электрическую энергию можно тоже растерять. В данном случае имеется в виду определение коэффициента преобразования. Точными калориметрическими измерениями было показано, что при нагревании

проволочной спирали электрическим током имеет место полное превращение одного вида энергии в другой вид. Иного результата и быть не может, так как в противном случае был бы нарушен всеобщий закон сохранения энергии. При неполном преобразовании электрической энергии мы вынуждены были бы ответить на вопрос: а куда девалась оставшаяся, т. е. непреобразованная, часть энергии? К счастью, в данном случае такой вопрос не приходится ставить. Электрическая энергия, теряемая на омическом сопротивлении металлической спирали, действительно целиком, полностью и непосредственно, преобразуется в тепловую энергию.

А вот обратного процесса, т. е. полного и непосредственного перехода тепла в электрическую форму энергии, пока еще не открыто. Наука не знает еще о таких процессах, тайна их пока остается неразгаданной.

Попытки непосредственного преобразования тепловой энергии в электрическую предпринимались не раз. Тот же Фарадей, а затем англичанин Армстронг еще в 1844 г. пытался осуществить прямое преобразование тепловой энергии струи горячего пара непосредственно в электричество. Однако эта задача на уровне развития науки и техники того времени была непосильной.

Как же пошло дальнейшее развитие науки и техники в интересующей нас области? Всякий, кто будет беспристрастно изучать историю развития науки, должен будет отметить, что в ней стали укрепляться тенденции прямо противоположного направления. Последующее развитие науки привело к тому, что в ней появились положения и законы, накладывающие не только ограничения, но и прямой запрет на возможность отыскания подобных процессов. Мы найдем тысячи ссылок на то, что существует цикл Карно, что существует второе начало термодинамики, что использование тепловой энергии связано с термодинамическим коэффициентом полезного действия, численное значение которого никогда не может, даже в идеальном случае, превышать соотношение $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.

• 100%.

А из этого соотношения вытекает: для того чтобы преобразовать какое-либо количество тепловой энергии в энергию другого вида (например, в работу), необходимо, во-первых, иметь перепад температуры от T_1 до T_2 и,

во-вторых,— максимальное приближение к так называемому «идеальному» процессу, при котором всякие видимые потери отсутствуют. Только в этом случае можно получить коэффициент полезного действия, приближающийся к своему максимальному значению. Но и тогда он не может достигнуть единицы, т. е. 100%. Это соотношение считается раз и навсегда установленным, и нарушать его никому не позволено.

А как же с природой? Природа ведь не знает выведенных нами соотношений, она действует в согласии не с ними, а со своими собственными закономерностями. Принцип взаимного преобразования в ней приводит к тому, что любое количество данного вида энергии может переходить в энергию другого вида только в том же строго определенном количестве, только в строго равном соотношении — не больше и не меньше.

Как же связать эти два взаимно исключающие положения? И однозначно ли приведенное выше соотношение определяет коэффициент полезного действия даже для одного и того же процесса преобразования тепловой энергии? Оказывается, нет. Это соотношение приводит к совершенно разным численным значениям, если одно и то же преобразование происходит при разных уровнях абсолютных температур.

Например, если перепад температур составляет 100° , то при значениях $T_1 = 1000^\circ \text{K}$ и $T_2 = 900^\circ \text{K}$ мы получаем $\eta = 10\%$. При таком же перепаде температур, но при значениях абсолютных температур $T_1 = 200^\circ \text{K}$ и $T_2 = 100^\circ \text{K}$ η получается уже равным не 10%, а 50%.

Как же это понять? Почему одно и то же количество тепловой энергии в одном случае может дать энергии другого вида только 10%, а в другом случае — 50%?

В чем здесь дело? Ведь всем хорошо известно, что количество тепловой энергии определяется тремя факторами: массой нагреваемого или охлаждаемого тела, его теплоемкостью и разностью температур. Абсолютное значение температуры в определение количества калорий, как известно, не входит. Калории есть калории, независимо от того, при какой температуре они измерены.

Очевидно, может быть одно из двух: либо тепловая энергия, взятая при различных значениях абсолютных температур, действительно может в одном случае с большей вероятностью (при низких температурах), а в другом с меньшей вероятностью (при более высоких темпе-

ратурах) переходить в другие виды энергии; либо это соотношение недостаточно точно выражает закон обращения тепла в другие виды энергии.

А существуют ли процессы, в которых тепловая энергия сразу же и стопроцентно переходила бы в другие виды энергии, например в механическое движение? Да, существуют.

Конечно, тепловая машина — это тоже устройство для преобразования тепловой энергии в механическое движение, но, как мы только что видели, коэффициент преобразования в ней принципиально не может достигать единицы (100%), он всегда много меньше единицы. Однако если какому-либо телу (газу, жидкости, твердому телу) мы сообщили бы даже самую малую толику тепловой энергии, полученной любым способом, то в этом случае вся тепловая энергия ушла бы на повышение температуры этого тела. Это означает, в свою очередь, что она вся пошла на повышение механических скоростей движения молекул этого тела. Тепловая энергия в этом случае целиком и непосредственно преобразовалась в механическое движение.

Существует и обратный этому процесс — процесс преобразования механического упорядоченного движения в тепло — в движение беспорядочное. Пример добывания огня трением — древнейшее и весьма наглядное тому доказательство. При трении вся механическая энергия переходит также целиком и непосредственно в тепло.

Таким образом, в одном случае тепловая энергия переходит целиком и полностью в механическое движение, а в другом случае, как, например, в паровых машинах, только частично.

Почему же существует такая большая и принципиальная разница в значениях коэффициента возможного преобразования тепловой энергии? Да потому, что указанное термодинамическое соотношение устанавливали исходя из конкретного представления о способах преобразования тепловой энергии в механическое движение, в работу: в обычном цикле любой паровой машины рабочее тело (пар, газ, вода и т. п.), получив определенное количество калорий от источника нагрева, нагреваясь до температуры T_1 , в последующем не полностью отдает свою энергию в рабочем цикле, а уходит из объема машины с температурой T_2 , унося с собой соответствующее этой температуре количество калорий. В этом случае

действительно нельзя получить стопроцентного преобразования тепловой энергии в механическое движение (хотя сама тепловая энергия есть тоже механическое движение, только отнесенное к молекулам вещества или к его кристаллической решетке, если речь идет о твердом теле). Но если отвлечься от конкретных, доступных нам способов преобразования тепловой энергии (через посредство тепловых машин, турбин и т. п.), а рассматривать их, так сказать, в природном аспекте, то мы должны будем признать, что для них нет никаких ограничений. В природе они существуют, и наш долг понять их.

В природе существуют переходы тепла не только от тел более нагретых к телам менее нагретым, но и от тел менее нагретых к телам более нагретым, хотя это и кажется маловероятным. На примерах таких переходов мы уже останавливались.

Значение коэффициента полезного действия (точнее — коэффициента преобразования) меньше единицы указывает лишь на несовершенство наших способов преобразования. В природе же он всегда равен единице. Да, собственно говоря, и в паровых машинах, турбинах и т. п. мы получим коэффициент преобразования также равным единице, если количество полученного механического движения отнесем не к полной затраченной энергии, а только к той ее части, которая действительно пошла на преобразование, т. е. за вычетом потерь и отходов. Это основной закон преобразования. Нет и не может быть других соотношений, так как в природе неизменно действует закон сохранения энергии, в природе нет и не может быть энергии более ценной и менее ценной — энергия всегда есть энергия. Только степень сосредоточения и рассредоточения определяет плотность ее на единицу объема. В атомном ядре, например, она сосредоточена с наибольшей плотностью.

Наглядную картину попеременного сосредоточения и рассредоточения энергии при одновременном взаимном переходе энергии одного вида (в данном случае электрической) в энергию другого вида (в магнитную) и обратно мы можем наблюдать и в колебательном контуре.

В тот момент, когда конденсатор этого контура заряжен, вся его энергия сосредоточена в электрическом поле между обкладками. А в тот момент, когда через катушку индуктивности течет электрический ток, энергия колебательного контура рассредоточена в магнитном поле

этой катушки. В случае открытого колебательного контура, каким является любая радиоантенна, энергия магнитного поля рассредоточена на громадном пространстве. Сосредоточение и рассредоточение в колебательном контуре проявляются весьма наглядно.

А разве плохо было бы создать, образно говоря, колебательный контур, в котором поочередное взаимообращение происходило бы не между электрической и магнитной формами энергии, а между электрической и тепловой ее формами? Мыслимо ли такое?

Я думаю, более того, я твердо убежден, что это мыслимо. Электрическая форма энергии уже сейчас легко и просто превращается в тепловую форму энергии на любом омическом сопротивлении. А вот осуществить обратный процесс пока не удалось. Но можно ли утверждать, что его никогда не удастся открыть? Многие факты говорят за то, что подобный процесс можно осуществить. Какое значение для человечества будет иметь это открытие, мы не можем сейчас в полной мере даже оценить. Самой пылкой фантазии не хватило бы для такой оценки, ибо любое новое взаимопревращение видов энергии неминуемо приведет к целой серии других, не менее важных открытий. На некоторых из них мы остановимся в конце этой главы. Сейчас же пока скажем, что такая задача сама по себе представляет большой научный и практический интерес.

Мне могут на это возразить:

— Позвольте, процессы обратного превращения тепловой энергии в электрическую уже открыты, над ними сейчас работают, некоторыми процессами этого рода мы даже пользуемся в технике.

При этом назовут такие процессы, как термоэлектрический способ получения электроэнергии (термопары металлические и термопары полупроводниковые); магнитно-гидродинамический способ преобразования тепловой энергии раскаленных до высокой температуры газов; термоионный и термоэлектронный способы преобразования тепловой энергии в электрическую и т. д.

Действительно, над всеми этими способами сейчас работают, а термопарами мы широко пользуемся в измерительной технике. Но все эти способы, по существу, не являются ответом на поставленный вопрос, они не дают и не могут дать прямого, стопроцентного преобразования тепловой энергии в электрическую. Во-первых,

все они требуют для своего осуществления высоких температур; во-вторых, они ограничены приведенным соотношением, устанавливающим коэффициент преобразования много ниже единицы. При этих условиях колебательного контура тепло — электричество, электричество — тепло получить нельзя.

Самым идеальным в этом случае было бы отыскать такие процессы, которые позволили бы осуществить прямое и непосредственное преобразование тепловой энергии окружающего пространства в энергию электрическую. В этом я вижу величайшую проблему современности.

ТАК ЛИ УЖ ДЕРЗКА ЭТА МЕЧТА-ПРОБЛЕМА!

Можно ли отыскать такие примеры? Да, можно. Уже сейчас известно, например, явление люминесценции на границе дырочной и электронной проводимости в полупроводниках с поглощением энергии окружающей среды. Известно явление прямого преобразования тепловой энергии окружающей среды в энергию движущихся электронов на спае двух разнородных металлов (явление Пельтье и Зеебека). Известно поглощение или выделение тепловой энергии в работающих аккумуляторах и гальванических элементах, на чем я хочу остановиться особо.

От гальванических элементов мы получаем, как известно, электрическую энергию. Но откуда эту энергию черпает сам гальванический элемент?

Всякий на этот вопрос ответит: из химической реакции, которая протекает внутри гальванического элемента во время разряда. Верно ли это? Во всех ли случаях происходит именно так? Оказывается, нет.

Химические реакции, как известно, бывают экзотермические и эндотермические, т. е. с поглощением или с выделением тепла. Если гальванический элемент во время разряда нагревается, то это означает, что энергии его химической реакции достаточно не только для производства электрической работы, но и для выделения тепла во внешнюю среду. Если же гальванический элемент во время разряда охлаждается, то это значит, что энергии его химической реакции недостаточно для производства

электрической работы и недостающую часть энергии он поглощает из окружающей среды.

В подтверждение этого можно сослаться на конкретные системы гальванических элементов. В элементе Даниэля, например, основанном на реакции «цинк + сернистая медь → медь + сернистый цинк», общее количество освобожденной энергии составляет 55 189 калорий на моль¹. Однако точными измерениями установлено, что в электрическую энергию в нем превращается не вся эта энергия, а только часть ее, а именно — 50 435 калорий на грамм-эквивалент превращения. Спрашивается, куда же девалась остальная часть выделившейся энергии в количестве 4754 кал? Она израсходована на повышение температуры гальванического элемента, т. е. в конечном счете выделилась в окружающее пространство. Опыт вполне подтверждает это. Элемент во время разряда действительно нагревается.

Но есть гальванические элементы и с эндотермической химической реакцией. Например, в гальваническом элементе, в котором химическая реакция идет по схеме «арсенид меди + свинец → арсенид свинца + медь», выделяется 16 520 калорий на моль, а в электрическую энергию превращается 21 960 калорий на грамм-эквивалент превращения. Откуда берет этот гальванический элемент недостающую часть энергии в количестве 5440 кал? Оказывается, он забирает ее от окружающей среды. И действительно, если приток тепла извне затруднить, то этот элемент во время разряда будет охлаждаться.

Практический опыт наглядно это подтверждает.

Но если все это так и гальванические элементы с эндотермической реакцией действительно способны хотя бы частично забирать от окружающей среды тепло для выработки электрической энергии, то, может быть, можно найти такие системы их, в которых эта доля тепловой энергии, идущей на выработку электрической энергии, значительно больше? Элемент системы Бугарского это вполне подтверждает. В этом элементе химическая реакция идет по схеме «хлористая ртуть + едкий калий → окись ртути + хлористый калий + вода». Общее количество энергии, связанное с этой реакцией, составляет

¹ Раковский А. В. Введение в физическую химию. ОНТК, 1938, с. 532.

3280 калорий на моль. Однако значение ее отрицательно, так как реакция полностью эндотермическая. Теоретически было установлено, что приращение э. д. с. для такого элемента составляет $+0,000807$ вольта на градус. А опытным путем для того же элемента было найдено значение $0,000837$ вольта на градус. Таким образом, теоретические и опытные данные почти совпадают.

Элемент Бугарского замечателен тем, что он поглощает из окружающей среды теплоту не только для производства электрической работы, но и для самой химической реакции в нем.

Единственная ли это химическая реакция, дающая возможность непосредственно преобразовывать теплоту окружающей среды в электрическую энергию? По-видимому, нет.

Данная реакция не вызвала большого интереса у специалистов по гальваническим элементам, возможно, по двум причинам: во-первых, участвующие в этой реакции химические вещества вредны для здоровья; во-вторых, развиваемое таким элементом напряжение очень низко — всего лишь $0,1636$ В, по сравнению с другими известными гальваническими элементами он не конкурентоспособен. Однако сейчас нас должна интересовать не эта сторона, а принципиальное значение данной химической реакции как средства преобразования тепловой энергии окружающего пространства в электрическую работу.

Можно полагать, что дальнейшие поиски в этом направлении смогут привести к открытию реакций, практически более удобных в обращении. Можно найти, вероятно, и такие реакции, которые пойдут с одним электролитом, при однородных электродах, но с различной их температурой. Предварительно проведенные опыты эту мысль также подтверждают.

Предстоит, конечно, еще длинный путь поисков практически пригодных способов прямого преобразования тепловой энергии в электрическую, но приведенные факты с явлением Гиббса — Гельмгольца в гальванических элементах и в аккумуляторах составляют веху на этом пути. Для некоторых аккумуляторов доля электрической энергии, полученной за счет поглощения тепла от окружающей среды при разряде, составляет около 6% . Запасы же энергии в окружающей среде, как мы знаем, бесконечны. Энергия эта и безвредна и неистощима.

Вся природа, окружающая нас на Земле, находится, как известно, при температуре около 300°K . Понятие «холод» условно, природа его не знает. Все температуры могут отсчитываться только от абсолютного нуля.

Следовательно, с полным основанием можно сказать, что мы живем в тепловом энергетическом океане.

Только в одной земной атмосфере на каждый градус ее температуры в слое воздуха толщиной всего лишь в 1 км содержится приблизительно миллиард миллиардов кВт·ч энергии. Это ли не энергетический океан? А недра Земли, а водные пространства? В них заключено энергии еще больше. Вся энергия, которую мы ежедневно расходует, сжигая уголь, нефть, торф или перерабатывая гидроэнергоресурсы, в конечном счете также идет на пополнение этого безбрежного энергетического океана. Энергию, как известно, невозможно создать, но ее нельзя и уничтожить. Сжигая уголь, мы не уничтожаем бесследно заложенную в нем энергию, а только рассеиваем ее в окружающем пространстве. Найти способ нового сосредоточения рассеянной энергии — благороднейшая и величайшая задача нашего времени.

Свидетельством космических процессов концентрации энергии помимо создания самих миров являются гигантские протуберанцы на Солнце и многочисленные землетрясения на Земле.

Подсчитано, например, что энергия только одного землетрясения, происшедшего на Памире в 1911 г., равна выработке электроэнергии электростанцией мощностью 2 млн. кВт в течение 100 лет. А бывают и еще более крупные землетрясения. Наблюдаемое на Солнце возникновение сверхвысоких температур также служит доказательством концентрации энергии.

Современные физики, изучающие процессы термоядерных реакций, обнаружили пока еще загадочное явление накопления энергии ускоренными частицами. Установлено, что при взаимодействии частиц с магнитным полем среди них появляются такие, энергия которых в несколько раз превышает максимальное напряжение в установке. Были обнаружены, например, частицы с энергией в полмиллиона электрон-вольт, тогда как максимальное напряжение в установке не превышало десятка киловольт. Надо полагать, что это явление будет подробно изучено и оно прольет свет на образование частиц со сверхвысокими скоростями в космическом пространстве.

Ливни Оже, например, до сих пор еще остаются загадкой. Мы до сих пор еще не знаем, каким образом в мировом пространстве появляются частицы с такими невероятно большими скоростями. Но факт есть факт, и мы не можем не считаться с тем, что в природе непрерывно что-то разрушается и непрерывно что-то создается. Процесс же созидания есть процесс концентрации, процесс накопления массы и энергии.

Постановка задачи о возможности целенаправленного овладения процессами концентрации энергии на нашей Земле многими воспринимается пока как задача алхимиков о целенаправленном превращении одного вещества в другое. Но кто будет отрицать, что современная наука эту задачу блестяще разрешила! Ядерные реакции и радиоактивные процессы теперь позволяют не только принципиально, но и практически превратить одно вещество в другое, в том числе и свинец в золото. А это значит, что задача, которую в свое время ставили перед собой алхимики, в основе своей была правильной, неправильными же были пути и средства ее решения.

Оставим в стороне тех, кто пытался заработать себе капитал на невежестве других — такие тоже были среди алхимиков, — возьмем в расчет лишь тех, кто был действительным тружеником в области бесчисленных экспериментов по отысканию философского камня. Разве труд их пропал даром? Нет, конечно, нет! Он составил основу для многих других наук, дал возможность накопить результаты огромного количества химических опытов, на которых потом выросло стройное учение — органическая и неорганическая химия. Не будь этих тружеников-алхимиков, пусть даже ослепленных своей идеей, в нашем распоряжении не было бы многих разделов современной науки. Только тот, кто сам не был одержим научным поиском, может отрицать роль гипотезы в науке.

А разве борьба за атомизм в химии не происходила на фоне борьбы за гипотезы? Смелая гипотеза итальянского физика и химика А. Авогадро о том, что в равных объемах газов при одинаковых условиях содержится равное количество молекул, выдвинутая в 1811 г., первоначально не встретила поддержки. Не встретила поддержки и гипотеза французского химика Г.-Ш.-Ф. Жерара об определении истинных атомных весов на основе предположений Авогадро.

Вспоминая о Международном конгрессе химиков, со-

стоявшемся в Карлсруэ в 1860 г., Д. И. Менделеев не раз отмечал, как велики были на этом конгрессе разногласия по поводу определения истинных значений атомных весов и с какой ревностью корифеи науки давали условное согласие на них. В конце концов, практика заставила даже самых ярых консерваторов пойти по пути последователей гипотезы Авогадро — Жерара. Их гипотеза одержала верх.

Размышляя о роли гипотез в науке, Д. И. Менделеев писал:

«Таково свойство гипотез. Они науке и особенно ее изучению необходимы. Они дают стройность и простоту, каких без их допущения достичь трудно. Вся история наук это показывает. А потому можно смело сказать: лучше держаться такой гипотезы, которая может оказаться со временем неверною, чем никакой. Гипотезы облегчают и делают правильной научную работу — отыскание истины, как плуг земледельца облегчает выращивание полезных растений».

ЭЛЕКТРОН ТАК ЖЕ НЕИСЧЕРПАЕМ, КАК И АТОМ

Как же нам поступить? Где искать наиболее правильное решение задачи об обращении тепловой энергии в электричество?

Если бы можно было одновременно с постановкой задачи дать и окончательное ее решение, то, очевидно, это была бы уже не задача, а пройденный путь. Нам же предстоит еще только развернуть свое движение по пути к решению этой проблемы. Значит, надо прежде всего выбрать, а точнее, выработать руководящую гипотезу. Без нее невозможно начать движение.

Анализируя многие известные в настоящее время явления природы, можно сделать заключение, что основой будущей энергетики будет не столько атомная, не столько ядерная энергетика, сколько энергетика электронная.

«Электрон так же неисчерпаем, как и атом», — писал Владимир Ильич Ленин в своей знаменитой работе «Материализм и эмпириокритицизм». Мы еще слишком мало знаем об электроны, хотя учение о нем считаем иногда пройденным этапом в науке. Значение электрона в окружающей природе необычайно велико.

Все химические связи в бесчисленных реакциях определяются, как известно, силами связи электронных оболочек, и в первую очередь их валентными электронами. Это они, валентные электроны ответственны за многообразные превращения химических веществ. Они же ответственны и за биохимические связи, поскольку синтез и расщепление есть также результат взаимодействия электронных оболочек атомов. Твердость и ковкость металлов определяется электронными взаимосвязями атомов и молекул, входящих в состав кристаллической решетки металлов. Электропроводность и теплопроводность также зависят от атомарных электронов. Электроны определяют собой подавляющее большинство физических и химических свойств окружающих нас тел.

С другой стороны, электроны интересны еще и тем, что из всех известных нам пока элементарных частиц только они продолжают движение даже при абсолютном нуле температуры, когда всякое другое движение атомов и молекул в кристаллической решетке, согласно общим законам термодинамики, практически прекращается. В этих условиях только электроны сохраняют свою кинетическую энергию и приобретают даже более правильный порядок распределения по своим энергетическим уровням.

Уже сказанное дает повод проявлять значительно больший интерес к электрону. Однако у него есть и другие свойства, которые, как нам кажется, должны вызвать особый интерес в свете поставленной нами проблемы.

Чтобы решить задачу об организованном перераспределении тепловой энергии в окружающем нас пространстве, о таком распределении, при котором доминирующим было бы не выравнивание температуры (следовательно, и энергии) в нем, а повышение ее в одном месте и понижение в другом, на первых порах надо ответить на два вопроса. Первый вопрос: возможно ли прямое и непосредственное преобразование тепловой энергии окружающего пространства без перепада температуры в электрическую или какую-либо иную форму энергии? Второй вопрос: возможно ли перемещать тепловую энергию из одной зоны в другую настолько быстро, чтобы естественная теплопередача за тот же промежуток времени не привела к заметному выравниванию температур?

Независимо от конкретного способа решения главной задачи мы обязаны будем ответить на эти два вопро-

са, ибо в окружающем нас пространстве при полном рассеянии энергии действительно нет никаких существенных перепадов температур и, кроме того, в силу теплопроводности среды и всех известных материалов есть опасение, что перемещенное из одной зоны пространства в другую какое-то количество тепловой энергии тут же вновь рассеется.

Электрон поможет положительно ответить и на эти два вопроса. В самом деле, известно, что в каждом атоме электроны строго распределены по энергетическим уровням, соответствующим данной химической природе вещества и его температуре. Нет и не может быть в атоме (а следовательно, в сложном веществе) электронов с произвольными скоростями движения, с произвольными уровнями энергии. Следовательно, при переходе электрона из проводника одной химической природы в проводник другой химической природы (а при наличии тока такой переход обязательно совершается) должен существовать процесс взаимного обмена энергиями между движущимся электроном и кристаллической решеткой вещества. Не может, например, электрон, пришедший из меди в алюминий, оставаться с той же средней энергией, какую он имел в меди, ибо средняя скорость кинетического движения электронов в алюминии значительно ниже, чем в меди. При переходе электрона через границу алюминий — медь в обратном направлении имело бы место обратное явление, так как средняя энергия электронов проводимости в меди значительно выше, чем в алюминии.

Может ли электрон, пришедший в данное вещество с энергией, не соответствующей его химической природе, сохранять ее сколь угодно долго? Конечно, нет. Взаимодействуя с другими электронами кристаллической решетки вещества, он обязательно вынужден будет изменить свое энергетическое состояние и приобрести ту энергию, которая характерна для данного химического вещества (проводника). В одном случае, например при переходе из меди в алюминий, он должен отдать кристаллической решетке часть своей энергии, а в другом случае — при переходе из алюминия в медь — он должен приобрести от кристаллической решетки недостающую ему энергию.

Что будет, если мы составим замкнутую цепь из проводников разной химической природы и заставим электроны проводимости двигаться в них в преимущественном

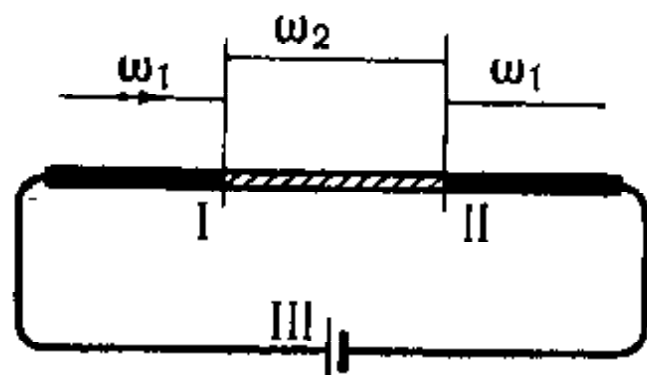


Схема движения электронов на границах разных проводников

направлении? Правда, мы пока не умеем еще создавать спонтанного (самопроизвольного) преимущественного направления в движении электронов проводимости внутри металлов. С собственными скоростями они движутся во всевозможных направлениях, и только случайное (флюктуацион-

ное) несовпадение между количеством электронов, движущихся, например, вправо и влево, приводит к образованию потенциалов на концах металлического проводника. Но эти потенциалы носят шумовой характер (эффект Джонсона), и они не могут приниматься за преимущественное движение электронов. Создание преимущественного движения электронов в металлах или полупроводниках остается еще задачей на будущее. Но предположим, что мы ее уже решили. Что было бы тогда?

В случае замкнутой цепи, состоящей из двух разнородных проводников, мы обязательно имели бы две границы их раздела, или, как часто говорят, два сная. При движении электронов в такой цепи, преимущественно в каком-либо одном направлении, получилось бы двойное преобразование энергии движущегося электрона. На предлагаемом рисунке можно наглядно видеть схему такого преобразования.

На границе I при переходе электрона из проводника с меньшей средней энергией движения электронов в проводник с большей средней энергией в ближайшей же зоне нового проводника произойдет захват недостающей части энергии, а на границе II произойдет обратный процесс — электрон отдаст свою избыточную энергию этому новому проводнику. И нужно заметить, что в этом случае электрон отдаст энергии ровно столько, сколько он захватил ее при своем переходе через границу раздела I, ибо он вновь попадает в проводник той же химической природы, из какой он вышел при переходе первой границы раздела.

На первый взгляд все это элементарно просто. Но ка-

кие важные выводы можно сделать из такой мыслимой схемы? Вот эти выводы.

Во-первых, захват и преобразование тепловой энергии решетки металла в энергию движущегося электрона в этом случае происходит без какого-либо температурного перепада. Во-вторых, перемещение этой энергии вдоль проводника до места нового ее выделения происходит с максимальной скоростью — со скоростью света.

Эти два вывода имеют принципиальное значение, так как они позволяют указать на то, что в природе действительно имеет место прямое и непосредственное преобразование тепловой энергии среды (в данном случае металла), а следовательно, и окружающего пространства в другую форму энергии.

На границе раздела, в том месте, где электрон, взаимодействуя с решеткой металла, берет себе энергию, произойдет понижение температуры. Металл, взаимодействуя с окружающей средой, примет на себя часть ее энергии, и, таким образом, в этом случае действительно произойдет прямое и непосредственное преобразование тепловой энергии окружающего пространства в энергию движущегося электрона. При длительном течении тока через границу раздела будет происходить и длительный захват энергии. При этом через некоторое время произойдет понижение температуры спаиваемых металлов (эффект Пельтье). В этом случае вся окружающая среда по отношению к этому спаю металлов станет как бы «горячим телом». От этого «горячего тела» тепловая энергия по классическим законам физики должна будет идти к менее нагретому телу, т. е. к месту спаиваемых металлов. Значит, тут никакого противоречия с классической физикой и с пресловутым постулатом Клаузиуса нет. Само окружающее пространство в этом случае по отношению к первой границе раздела металлов является «горячим телом». Согласившись с этим, поняв это, нетрудно понять и то, что в природе действительно существуют искомые нами процессы.

На второй границе раздела металлов произойдет выделение энергии, преобразование энергии движущегося электрона сначала в колебательную энергию решетки металла, а затем и в тепловую энергию окружающего пространства. Этот процесс более понятен, и останавливаться на нем нет необходимости. Важно лишь заметить, что количество выделившейся в этом случае энергии будет в

точности соответствовать количеству энергии, поглощенной на первой границе раздела металлов.

Преобразование энергии здесь прямое и стопроцентное. Никаких потерь ее ни при преобразовании, ни при транспорте вдоль проводника здесь нет. Сколько энергии было захвачено на первой границе раздела проводников, ровно столько же ее выделится на второй границе раздела.

Конечно, поскольку зона захвата тепловой энергии и зона выделения ее в описываемой схеме связаны между собой металлом (проводником), постольку, в силу теплопроводности металлов, будет иметь место и обратное течение тепловой энергии вдоль проводника — от места выделения ее к месту захвата, а от места с повышенной температурой к месту с пониженной температурой.

Процесс переноса энергии в описываемой системе связан не с одним электроном, а с коллективным их состоянием. При образовании электрического тока в замкнутой цепи все имеющиеся в ней электроны проводимости начинают свое движение практически одновременно. Начало направленного движения их определяется только скоростью распространения электрического напряжения в цепи (она равна скорости света), а не фактическими скоростями перемещения каждого электрона. В этом случае в каждый момент времени через первую границу раздела переходит какое-то количество электронов и ровно столько же других электронов переходит через вторую границу раздела. Поэтому фактическое время перемещения тепловой энергии от первой границы раздела до второй границы ничтожно мало, в миллионы раз меньше времени обратной теплопередачи.

Для наглядности приведем такую аналогию. Предположим, что вы держите длинный шланг, наполненный горячей водой (электроны в металлах и в полупроводниках тоже очень горячие — они имеют эквивалентную температуру в тысячи и десятки тысяч градусов даже при комнатной температуре проводника). Шланг через тройник присоединен одновременно к крану с холодной и к крану с горячей водой. Вы подходите к одному из них и открываете, например, кран с холодной водой. Спрашивается: какая вода пойдет из шланга? Конечно, горячая, так как шланг был наполнен до этого горячей водой. Холодная вода не могла мгновенно дойти до конца шланга. Если бы шланг был наполнен холодной водой, а вы от-

крыли бы в это время кран с горячей водой, то в первый момент и в течение некоторого времени из шланга лилась бы холодная вода.

Я привел это сравнение потому, что оно известно многим из житейского опыта: подобное явление при желании можно наблюдать даже в ванной комнате.

ДРУГИЕ ПРОСТЕЙШИЕ АНАЛОГИИ

Можно привести и другой пример, поясняющий суть дела. Представьте себе очень длинный нефтепровод, например нефтепровод Баку — Батуми, весь наполненный нефтью. В какой-то момент в Баку открыли вентиль, и нефть в Батуми польется, как известно, ровно через столько времени, сколько требуется звуковой волне, чтобы пройти по нефтепроводу расстояние от Баку до Батуми, хотя та нефть, путь которой был фактически открыт в Баку, дойдет до Батуми только через несколько дней, а может быть, и через несколько недель.

Примерно то же самое происходит и с переносом тепловой энергии движущимся электроном в описанной выше системе из двух разнородных проводников. Огромная скорость переноса тепловой энергии в этом случае делает возможным временное ее сосредоточение в одном месте за счет поглощения равного количества в другом месте.

Во времена, когда не было еще понятия об электронах, когда даже мысленно не могла быть представлена описанная здесь схема, молодой французский инженер Саді Карно писал:

«Тепло есть не что иное, как движущая сила, или, вернее, движение, изменившее свой вид,— это движение частиц тел. Повсюду, где происходит уничтожение движущей силы, возникает одновременно теплота в количестве, точно пропорциональном количеству исчезнувшей силы.

Обратно, всегда при исчезновении тепла возникает движущая сила. Таким образом, можно высказать общее положение: движущая сила существует в природе в неизменном количестве; она, собственно говоря, никогда не создается, никогда не уничтожается, в действительности она меняет форму, т. е. вызывает то один род движения, то другой, но никогда не исчезает».

Многие теперь и ссылаются на Карно как на осново-

положника современной научной термодинамики, чтобы доказать, что теплота не может целиком переходить в другие формы энергии, в работу. Однако, как мы только что видели, сам Карно был определенным сторонником полной взаимопревращаемости тепловой и механической форм энергии. Если вспомнить, что он жил полтора века назад, можно только поражаться его прозорливости.

Вдумаемся в приведенные строки Карно. Они очень правильно трактуют философскую сторону поставленного здесь вопроса. Во всяком случае, в наше время он, наверное, был бы нашим союзником.

Чтобы закончить рассуждения о приведенной схеме, остановлюсь еще на одном очень важном вопросе. Можно ли, хотя бы в принципе, осуществлять преимущественное движение электрических зарядов в замкнутой цепи? Этот вопрос очень сложный, и подходов к его решению может быть несколько.

Начну еще раз с аналогий. Хотя они не служат доказательством, но очень часто помогают понять существо вопроса.

Тепловая энергия есть хаотическое, беспорядочное движение молекул. Если бы мы имели возможность наблюдать за одной какой-нибудь молекулой очень длительное время, то установили бы, что все направления движения для нее равно вероятны и все состояния энергии в пределах максвелловского распределения, установленного для данной температуры, равноценны. Молекула двигалась бы столько же раз вправо, сколько и влево, столько же раз вверх, сколько и вниз, и т. д.

В более крупных масштабах этот хаос можно наблюдать в движении ветра. Для большинства районов Земли все направления ветра равновелики и равноценны. Конечно, есть на Земле районы, где отмечается преимущественное направление ветров. Но это только доказывает, что и в хаосе может быть определенный порядок. Сейчас нас больше интересует полный беспорядок.

Спрашивается, можно ли из беспорядочного движения ветра получить упорядоченное, направленное течение энергии? Можно ли кинетическую энергию беспорядочного ветра, а следовательно, и беспорядочную энергию молекул воздуха превратить в упорядоченную энергию, например в потенциальную?

Оказывается, можно. Для этого надо только создать несимметричные препятствия на пути движения энергии

этого вида. В простейшем случае это можно осуществить, например, так. Предположим, что в нашем распоряжении есть водное пространство достаточно большой величины. И пусть над этим водным пространством в течение года или еще более длительного времени дуют ветры самого разного направления и самой разной силы. Одним словом, пусть в природе ветра будет полный хаос. И все же даже в этом случае можно преобразовать кинетическую энергию ветра в потенциальный вид энергии и затем добиться организованного перемещения водных масс, хотя сам ветер, как мы уже сказали, не имеет определенно выраженного направления.

При ветре на водной глади образуются, как известно, волны, движение которых в общем случае совпадает с направлением ветра. Если указанное водное пространство разделить несимметричным барьером (плотиной с различным наклоном стенок), то, встречая на своем пути барьер, волны будут либо отражаться от него, либо перекатываться через него. В том случае, когда волна набегает на крутую (вертикальную) стенку разделительного барьера, будет наименее вероятно ее прохождение через барьер и наиболее вероятно отражение от него. А в том случае, когда волна будет набегать на барьер со стороны пологой стенки, произойдет все наоборот — вероятность прохождения ее через барьер будет наибольшей, а вероятность отражения — наименьшей. При длительном наблюдении за такой системой мы обнаружим, что уровень воды в одной части бассейна повысится, а в другой понизится. Процесс изменения уровней будет продолжаться до тех пор, пока не наступит новое состояние равновесия, когда из-за высоты барьера для одной части бассейна уменьшится вероятность отражения волн, а для другой части — вероятность их прохождения через барьер. Тогда наступит равновесие, характеризующееся образованием **р а з н ы х** уровней воды справа и слева от барьера. Разные уровни воды означают, как известно, разные уровни потенциальной энергии, и поэтому можно сказать, что даже такая нехитрая система асимметричного барьера может привести к преобразованию хаотической, неорганизованной энергии ветра в организованное, направленное ее течение.

Очень наглядный и поучительный пример преобразования неорганизованного хаотического движения в организованную форму движения представляет собой клас-

сический чашечный анемометр — прибор для измерения скорости (силы) ветра. Откуда бы и с какой бы силой ни дул ветер (кроме одного, осевого, направления), ось анемометра во всех случаях будет вращаться в одну сторону и с довольно высоким коэффициентом преобразования. Принцип действия такого анемометра основан на асимметрии лобового сопротивления чашечных крыльев.

Не так давно на страницах «Мадридского кодекса II» Леонардо да Винчи был обнаружен чертеж устройства ветряного двигателя весьма оригинальной конструкции. Проект предусматривает горизонтальное вращение ветряного колеса. Это очень оригинальный проект, и можно только сожалеть, что в эпоху ветряных мельниц никто не знал о нем. Особенность спроектированного великим Леонардо устройства состоит в том, что ветряное колесо всегда готово к действию: откуда бы ветер ни дул, поворачивать крылья против ветра не надо. При всем хаосе всевозможных направлений ветра ветряное колесо такого типа будет вращаться только в одну, заранее заданную сторону. Особенность этого устройства состоит в несимметричном сопротивлении крыльев по отношению к усилиям ветра справа и слева от оси вращения.

На проекте имеется собственноручная пометка Леонардо да Винчи следующего содержания: «Проверить завтра, годятся ли ели в Порта делла Джустиции (во Флоренции) для постройки такой мельницы».

Еще одним примером преобразования хаотических движений в направленное, упорядоченное движение может служить механизм, который теперь широко используется в наручных часах для автоматического подзавода от неупорядоченных движений руки.

В движениях руки человека за большой промежуток времени нельзя выделить какого-либо преимущественного направления, однако стрелки часов идут, как известно, только слева направо.

В нашей лаборатории лет 10—12 назад был изготовлен небольшой механизм, который позволял демонстрировать принцип преобразования рассеянного хаотического теплового движения в организованное движение и на его основе непосредственно преобразовывать рассеянную тепловую энергию в энергию электрическую. Внешний вид такого устройства представлен на вкладке.

Анализируя эти и многие другие примеры, в которых используется или может быть использован принцип асим-

метричного разделения процессов, можно утверждать, что преобразование хаотического движения в целенаправленное, упорядоченное вполне возможно.

Движение электронов проводимости внутри металла есть также хаотическое, неорганизованное движение, но если мы поставим в рассечку III приведенной схемы теплоэлектрического контура асимметричный потенциальный барьер, то сможем получить направленное, организованное движение зарядов внутри этой цепи. С методологической точки зрения это теперь не кажется неосуществимым.

Как сделать подобное устройство, технически теперь уже ясно. Для осуществления такого барьера может быть использован тоннельный эффект в тонкой разделительной пленке на границе двух металлов с различной работой выхода. Могут быть использованы и асимметричные потенциальные барьеры с детектирующими свойствами на пути свободного пробега электронов. Возможны и другие варианты.

ИНЕРЦИЯ МЫШЛЕНИЯ СИЛЬНЕЕ ЗДРАВОВОГО СМЫСЛА

Любопытный эпизод, вызвавший множество кривотолков, произошел несколько лет назад на одном из московских заводов. Эта история поучительна в двух отношениях. С одной стороны, она наглядно показывает столкновение двух точек зрения в вопросе о возможности использования энергии окружающего пространства, а с другой — подтверждает реальность создания зон с отрицательной температурой, по отношению к которым все окружающее пространство становится как бы «горячим телом».

Мне довелось побывать на этом заводе в период наиболее острых споров, собственными глазами посмотреть на так называемое «чудо» и лично убедиться, насколько прав был К. Э. Циолковский, говоря, что даже малейшее подтверждение идеи использования безбрежного энергетического океана, т. е. энергии окружающего нас пространства, будет воспринято с огромным недоверием.

События, о которых идет речь, имели столь широкий резонанс в отечественной и зарубежной прессе, что я чувствую настоятельную потребность поделиться с чита-

телями подробностями этой истории и высказаться об истинном существе дела.

Отделением технических наук Академии наук СССР мне было поручено дать заключение по этому вопросу. Пришлось детально изучить не только результаты измерений, но и все материалы, относящиеся к этому событию. В результате я с полной уверенностью могу сказать, что никакого повода для шума тогда не было бы, если бы полученные результаты измерений методологически понимались правильно.

Завод, о котором упоминалось, получил задание построить опытные аппараты микроклимата, основанные на использовании эффекта Пельтье. Все, вероятно, знают это физическое явление. Во внешнем проявлении оно элементарно просто: если через спай двух металлов (например, медного провода с алюминиевым) пропустить постоянный электрический ток так, чтобы он шел по направлению от меди к алюминию, то в месте спая будет выделяться некоторое количество тепловой энергии, большее, чем обычно выделяется в любом проводе вследствие его омического сопротивления. Если же электрический ток пропустить в обратном направлении, то этот же спай будет не нагреваться, а охлаждаться. Это явление широко известно, оно описано почти во всех курсах физики.

Так как в замкнутой или последовательной электрической цепи никакой металл не может быть включен с помощью одного спая, а будет обязательно иметь два спая (в начале и в конце провода), то автоматически обеспечивается, что при любом включении тока один из спаев будет выделять некоторое дополнительное количество тепла, а второй — поглощать точно такое же количество тепла. В случае применения полупроводниковых материалов этот эффект обычно усиливается.

Вот это-то свойство полупроводниковых материалов и было положено в основу создания аппаратов микроклимата, предназначенных либо для нагрева воздуха, либо для его охлаждения. Предполагалось, что в случае работы аппарата на нагрев воздуха все дополнительное тепло на теплых (или, как их обычно называют, «горячих») спаях будет выделяться за счет поглощения такого же количества тепла на холодных спаях. Для этой цели холодные спаи должны были омываться водой, например из водопроводной сети.

Вода, входя в аппарат при одной температуре, долж-

на была несколько охлаждаться вследствие того, что она отдает часть своей энергии холодным спаям.

Все шло хорошо, и результаты калориметрических измерений более или менее совпадали с этими теоретическими предпосылками и расчетом. Но однажды случилось так, что вода в водопроводной сети была очень холодна (дело было зимой) и в таком виде была пущена в аппарат. Участники опыта тут же заметили, что вода вышла из аппарата не с более низкой температурой, а с несколько повышенной, т. е. подогретой. Это всех насторожило. Решили воду совсем выключить и провести опыт при тщательно изолированных в тепловом отношении холодных спаях. Оказалось, что и в этом случае обнаруживается дополнительное количество тепла на стороне горячих спаев.

Работники завода начали обращаться в один институт за другим за советом и помощью. Но каково же было их удивление, когда они отовсюду получали один и тот же ответ: «Этого быть не может». Самый крупный и авторитетный институт по полупроводниковой технике официально ответил, что полученные на заводе экспериментальные данные противоречат закону сохранения энергии и поэтому неправильны.

Получив такое заключение, работники завода стали обращаться в другие учреждения. Но авторитет института, давшего первое заключение, был настолько велик, что никто не решался его оспаривать. Все искали ошибки в измерениях. Делались различные догадки и предположения о причине ошибок — предполагаемых, скрытых, хотя никто конкретно не мог указать ни одной серьезной. Некоторые ученые даже выступили в печати и заявили, что это была ошибка измерения. Они опять утверждали, что если бы это не было ошибкой измерения, то свидетельствовало бы о нарушении закона сохранения энергии. Была даже создана комиссия для того, чтобы подтвердить мнение ученых.

И она это, по-видимому, сделала. Во всяком случае, никакого опровержения на статью трех ученых в нашей прессе не последовало. А в статье утверждалось, что если из аппарата выключить воду и при этом его к. п. д. будет превышать 100%, то это уже будет «чудом» — нарушением закона сохранения энергии. В этом состоял главный аргумент авторов критики.

Но факт, обнаруженный на заводе, существует неза-

висимо от официального мнения, и необычного в нем ничего нет, если посмотреть на существо дела другими глазами и разобраться в кажущемся нарушении закона сохранения энергии.

Поскольку я детально знакомился именно с существом дела, могу сказать, что во всей этой истории меня удивило не «чудо», о котором так много шумели, а создание мифа о якобы имевшем место нарушении закона сохранения энергии. Вот об этом-то я и хочу сейчас рассказать.

Построенный на заводе аппарат микроклимата в своей принципиальной основе можно представить в виде двух теплоизолированных камер — камера А и камера Б (см. рис.). Через обе камеры проходит электрическая цепь ML , состоящая из разнородных полупроводниковых элементов. Направление тока указано стрелкой.

В этом устройстве все спай, на которых происходит охлаждение (спай N), расположены в первой камере, а все спай, на которых происходит выделение тепла (спай S), — во второй камере.

Через первую камеру непрерывно протекает вода, а через вторую прогоняется воздух. Если бы никакого движения воды и воздуха не было, то во всей системе установилась бы некоторая средняя температура. Эту начальную температуру обозначим буквой T_1 . При прохож-

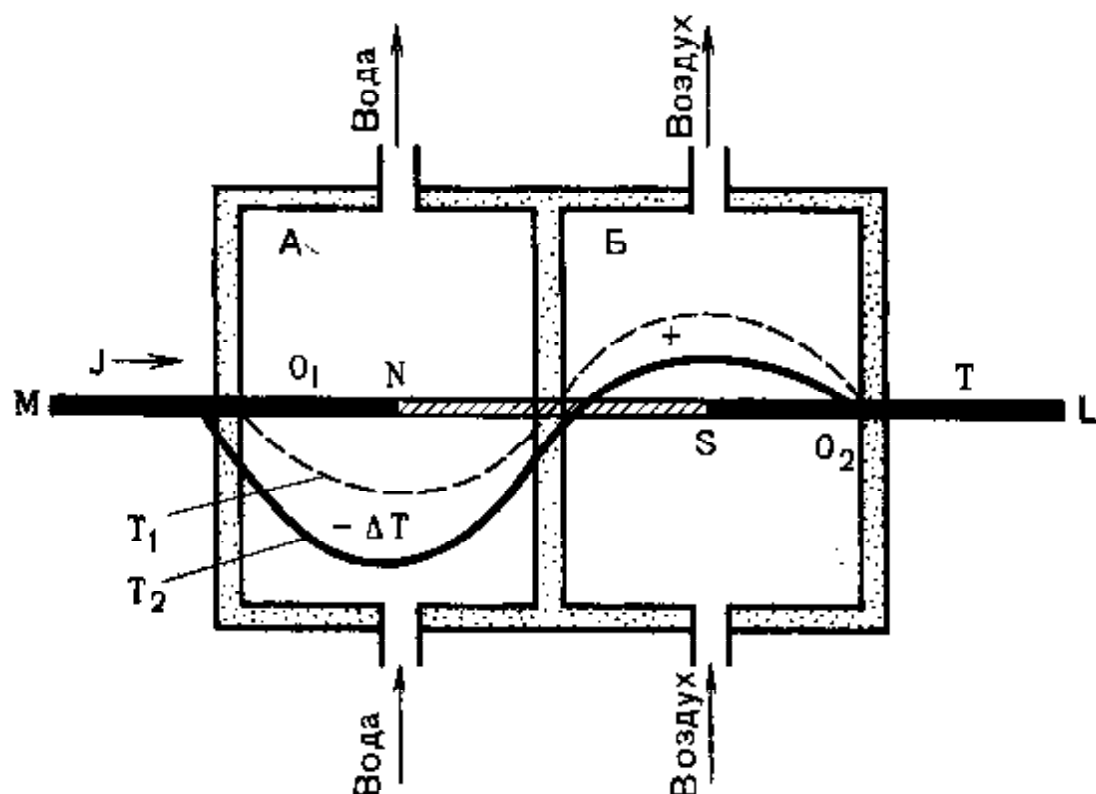


Схема асимметричной тепловой нагрузки

дении электрического тока через систему температура на горячих спаях будет повышаться, а на холодных — понижаться. Это будет продолжаться до тех пор, пока не наступит новое равновесие, определяемое тем, что по мере увеличения разности температур между холодным и горячим спаями будет увеличиваться количество тепла, оттекающего от горячих спаев в сторону холодных спаев в силу теплопроводности самих полупроводниковых элементов. Распределение температуры вдоль электрической цепи в этом случае будет выражаться некоторой кривой синусоидального типа (на рисунке она изображена пунктирной линией).

В этом случае количество тепла, поглощенное на холодных спаях, будет в точности соответствовать количеству тепла, выделенному на горячих спаях.

Однако в условиях завода в связи с указанным эпизодом система была испытана в несколько иных условиях, а именно: проток воды через камеру холодных спаев был полностью выключен, подача воды прекращена. Сами спаи были тщательно изолированы в тепловом отношении. Через камеру горячих спаев (для максимального съема с них тепла) интенсивно продувался воздух. Таким образом, вся система была уже не симметричной, а носила резко выраженный асимметричный характер.

Что же изменилось в этом случае по сравнению с предыдущим положением? Оказывается, очень многое.

Чтобы определить истинное количество тепловой энергии на выходе прибора, надо разобраться в следующих процессах:

1. Вся электрическая энергия, подведенная к аппарату, в конечном счете преобразуется в тепло на омическом сопротивлении цепи от точки O_1 до точки O_2 . Количество тепловой энергии, выделившейся на этом сопротивлении, в точности соответствует затраченной электрической энергии. А так как все тепло выносится из аппарата продуваемым воздухом, внутри аппарата устанавливается температура, соответствующая данному режиму работы, и в аппарате не происходит ее дальнейшего повышения; следовательно, на выходе аппарата мы имеем коэффициент полезного действия, равный 100%. Ниже 100% значение этого коэффициента принципиально быть не может — это означало бы исчезновение подводимой к аппарату энергии.

2. Вследствие того что горячие спаи интенсивно омы-

ваются продуваемым воздухом, их температура понижается. Понижение температуры горячих спаев уменьшает тепловой поток от горячих спаев в сторону холодных. Это немедленно сказывается на температуре холодных спаев — она еще более понижается. Устанавливается новое равновесие, при котором распределение температуры вдоль проводящих элементов будет уже иметь характер не прежней синусоиды, а некоторой другой кривой. Это новое распределение температуры на рисунке изображено сплошной линией.

В этом случае в первой камере устанавливается более низкая температура по сравнению с температурой окружающего пространства. Все окружающее пространство по отношению к месту холодных спаев и по отношению ко всей камере, где они находятся, будет представлять собой как бы «горячее тело», и тогда, согласно классическим законам физики, тепло из окружающей среды, как от всякого нагретого материального тела, пойдет в сторону более холодного тела, т. е. в камеру холодных спаев.

В природе не существует такой тепловой изоляции, которая абсолютно не проводила бы тепла. Любая изоляция в конечном счете в какой-то мере теплопроводна, только коэффициент теплопроводности у хороших теплоизоляционных материалов мал. Но как бы мал он ни был, он реален, и поэтому рано или поздно установится тепловой поток из окружающей среды в камеру холодных спаев. Здесь на холодных спаях тепловая энергия будет поглощаться движущимися электронами и переноситься на горячие спаи, где она вновь выделится в виде тепловой энергии. Эта тепловая энергия явится уже дополнением к тепловой энергии, ранее полученной за счет подведенной электрической мощности. Она составит первую прибавку к 100%.

3. Так как указанная система связана с внешней средой еще и проводами, то необходимо учитывать и теплопроводность самих проводов. От точки *M*, например, тепловой поток пойдет в сторону холодных спаев, а от горячих спаев в сторону точки *L*. Но поскольку система в тепловом отношении стала асимметричной, доля теплового потока, подтекающего к системе, и доля теплового потока, оттекающего от нее, в этом случае будут не равны. Тепловой поток по проводам в сторону холодных спаев будет больше теплового потока по проводам из ка-

меры горячих спаев. Это даст вторую прибавку к теплу, замеряемому на выходе системы, сверх 100%.

4. Фактором, влияющим на фактический тепловой баланс на выходе системы, при определенных соотношениях параметров может явиться также перенос тепловой энергии движущимся электроном. Электрон, являющийся носителем зарядов, в любом проводнике обладает некоторой собственной кинетической и потенциальной энергией. Это его состояние определяется не только химической природой материала проводника, но и его температурой. Во всей внешней, по отношению к аппарату, электрической сети энергия электрона находится при одном уровне, а внутри прибора в камере холодных спаев и во всем пространстве прибора он должен будет сменить ее на меньшее значение, так как средняя температура электрической цепи здесь ниже температуры окружающей среды. В этой камере он отдаст, таким образом, холодным спаям часть своей энергии. А так как система резко асимметрична, то на горячих спаях энергия электрона не успеет восстановиться. Электрон выйдет из аппарата с пониженным значением своей энергии. Он восстановит ее только во внешней цепи, придя вновь в равновесие с температурой проводов и окружающей их среды. Энергия, отданная электроном в камере холодных спаев, вновь выделится в камере горячих спаев и таким образом составит третью и наиболее существенную прибавку к тепловой энергии на выходе аппарата.

Если записать тепловой баланс работы указанного аппарата, то он может быть представлен так:

$$Q_{\text{полн}} = Q_{\text{дж}} + \Delta Q_{\text{о.с}} + \Delta Q_{\text{т.п}} + \Delta Q_{\text{э.г}}$$

В этом выражении:

$Q_{\text{полн}}$ — полный тепловой поток на выходе аппарата;
 $Q_{\text{дж}}$ — тепло, полученное за счет преобразования электрической энергии в тепловую на омическом сопротивлении цепи;

$\Delta Q_{\text{о.с}}$ — часть теплового потока, полученная за счет тепловой энергии окружающей среды, поступившей через изоляцию камеры холодных спаев;

$\Delta Q_{\text{т.п}}$ — часть теплового потока, полученная за счет асимметрии по подводящим проводам;

$\Delta Q_{\text{э.г}}$ — часть теплового потока, полученная за счет переноса тепловой энергии окружающего пространства электронным газом.

Каждая из этих трех прибавок больше нуля, поэтому общий выходной поток даже при самой идеальной тепловой изоляции не может быть меньше 100% по отношению к подведенной мощности. Он может быть только больше 100%.

Выходит, что уже в настоящее время есть доказательства того, что подведенная к аппарату электрическая мощность может давать приращение за счет энергии окружающего пространства.

Самое главное в этом опыте состоит в том, что получено еще одно доказательство возможности образования потенциальных зон с пониженной по отношению к окружающему пространству температурой без потери энергии на этот процесс. В этом состоит главный результат, и к нему люди будут еще многократно обращаться, думая о возможности концентрации энергии в будущем.

То, что казалось неправдоподобным в этих опытах, оказалось вполне закономерным. И я уверен, что пройдет каких-нибудь 10—20 лет, и мысли об устройстве асимметричных потенциальных барьеров не будут казаться несбыточными. Мы уже привыкли к тому, что невозможное сегодня становится возможным завтра.

Вся живая природа представляет собой пример асимметричного течения процессов. Пока материя развивается, в ней идут процессы только в сторону накопления массы и энергии. Из многообразия явлений и «строительного» материала природа выбирает только те, которые соответствуют развитию ее от простого к сложному, и отбрасывает все то, что не соответствует этому направленному течению процессов.

НАГЛЯДНЫЙ ПРИМЕР КОНЦЕНТРАЦИИ РАССЕЯННОЙ ЭНЕРГИИ

Возвращаясь к идее переноса и организованного накопления тепловой энергии в одном месте за счет поглощения ее в другом месте окружающей нас среды, мы должны еще и еще раз обратить свои взоры на живую природу. Надо хорошенько понять и изучить сущность преобразований энергии в живой природе. Это обязательно приведет к таким открытиям в технике, о которых мы пока и не мечтали, о существовании которых мы еще и не подозреваем. Материя едина, и в живой природе, как

наиболее высокоорганизованной форме ее существования, несомненно, должны проявляться и более сложные, более высокие законы развития.

Создание асимметричного потенциального барьера внутри металлов могло бы приблизить нас к осуществлению описанной схемы организованного перераспределения энергии окружающего пространства — к концентрации ее в одном месте и к поглощению в другом. Но пока это только мечта.

Я не собирался излагать здесь какие-либо конкретные технические пути решения данной проблемы. Да это, вероятно, и не под силу одиночкам. Это задача, требующая усилий многих и многих первооткрывателей, новаторов в науке и технике. Я ставил своей целью лишь показать, что такая проблема, с моей точки зрения, не представляется несбыточной мечтой, она вполне реальна. Но как все действительно великое, ее решение не приходит в результате случайного открытия. Этому должен предшествовать большой труд и еще раз труд. И если мы сделаем свой труд организованным, целеустремленным, а не беспорядочным, то эта цель будет, несомненно, к нам приближена.

Чтобы показать реальность использования энергии окружающего пространства для нужд человека, сошлюсь на всем известные тепловые насосы.

В представлении многих тепловой насос — это обратная тепловая машина, в которой осуществляется обратный тепловой цикл. В такие машины вводится, как известно, не тепловая энергия, а, наоборот, работа-энергия, и как результат такого обращенного теплового процесса получается выделение тепловой энергии за счет отнятия ее от холодильника. Коэффициент полезного действия для обычной тепловой машины, как уже было сказано выше, в идеальном случае равен соотношению:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

Поскольку в данном случае процесс здесь обращенный, то и коэффициент полезного действия для такого процесса будет также обращенным:

$$\eta' = \frac{T_1}{T_1 - T_2}.$$

Численное значение такого коэффициента теоретически много больше единицы, и это обстоятельство часто приводит к путаным толкованиям. Однако то, что он

больше единицы,— совершенно бесспорный факт. В ряде стран есть уже установки, которые предназначены, например, для отапливания зданий за счет тепла, содержащегося в водах рек или каких-либо других водоемов. На приведенной (см. вкладку) фотографии представлена одна из таких установок, сооруженная в Англии для отопления Вестминстерского дворца водой Темзы.

Конечно, в созданных пока установках для осуществления процесса перекачки тепла используется механическая или электрическая энергия, подводимая к насосу, и поэтому такие машины нельзя еще считать устройствами самоорганизованного перераспределения энергии. Но по своему характеру они являются как бы первой ступенью на пути к практической концентрации энергии.

В самом деле. По приведенному выше соотношению к. п. д. для тепловых насосов значительно больше единицы. В случае перекачки таким насосом тепловой энергии от тел с температурой 290°K к телу с температурой, например, 300°K , т. е. с перепадом температуры в сторону ее повышения в 10° , теоретический к. п. д. по этой формуле получается равным 30. Это означает, что в идеальном случае 1 кВт·ч, затраченный на приведение машины в действие, может обеспечить выделение тепловой энергии в 30 раз больше, чем было затрачено на осуществление этого процесса. Тепловой энергии выделится в этом случае 30 кВт·ч (при соответствующем, конечно, пересчете калорий на ватты).

Однако ведь эта энергия возникла не сверхъестественным чудом, не «из ничего», а путем отнятия именно данного количества энергии от воды, из окружающего воздуха и т. п. В этом нет никакого чуда. Только близорукий может не видеть, что и здесь соблюдается закон сохранения энергии. Здесь все законы остаются на месте и строго выполняются. Но энергия, отнятая от окружающего пространства, до этого считалась совершенно потерянной, «мертвой», обесцененной, рассеянной. И если ее удастся вторично использовать, например, для обогрева жилища, для подогрева воды или для других потребностей человека, то разве это не сосредоточение рассеянной энергии, не концентрация ее?

Главный электрик города Норвича (Англия) Дж. Самнер в статье «Новый способ отопления холодной водой»,

помещенной в «Британском союзнике» за 1947 г., так описывает применение тепловых насосов:

«В трех местах земного шара — Норвиче (Англия), в Цюрихе (Швейцария) и в Индиане (Америка) — есть здания, которые отапливаются холодом рек и озер.

В Норвиче и Цюрихе источником тепла является холодная вода из реки, протекающей около отапливаемого здания. В Америке в качестве источника тепла с низкой температурой используется земля.

Как может быть осуществлено это на первый взгляд противоречащее законам физики явление — получение тепла из холодной воды?

Тепловой насос извлекает тепло из реки, озера или воздуха. Затем он **концентрирует** это тепло, повышает температуру до уровня, достаточного для обогрева комнатных радиаторов» (подчеркнуто мною.— П. О.).

Говоря об опыте работы цюрихской районной отопительной системы, извлекающей тепло из реки Лиммат, Самнер пишет:

«Хотя эта установка подвергалась жестокой критике еще во время монтажа, результат ее работы превзошел ожидания проектировщиков. В течение двух зимних сезонов тепловая энергия, подаваемая в дома, в 4,6 раза превышала эквивалентное количество электроэнергии, потребляемой компрессором и водяным насосом».

Как видно из цитируемой статьи, ни термин «концентрация», ни эффективность выше 100% автора статьи не удивляют.

Эксперимент, проведенный в Норвиче, также дает положительный эффект. Обычно на один отопительный сезон там требовалось 195 т угля. Для работы теплового насоса потребовалось 189 000 единиц электроэнергии, или 107 т угля, сжигаемого на электростанции. Таким образом, была получена экономия 88 т угля, или более 40%. Внешний вид такой установки представлен на вкладке.

МЫ ИДЕМ НЕ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ КРИЗИСУ, А К ИЗОБИЛИЮ ЭНЕРГИИ

Конечно, эти установки еще несовершенны, они требуют больших капитальных затрат, они громоздки. Но что начиналось в технике сразу же с окончательного результата?

Для нас же важно в этом примере то, что с помощью подобных устройств можно извлекать энергию из окружающей среды сверх той энергии, которая затрачивается на перекачку. Не думаю, чтобы полученные таким образом дополнительные калории тепла были лишними.

Указанные опыты интересны еще и потому, что они помогают осмысливать идею концентрации энергии. Да и сами они являются как бы первым шагом на этом пути. (Интересно отметить, что еще в 1852 г. один из основателей термодинамики и кинетической теории газов, английский физик У. Томсон (лорд Кельвин) выступил со статьей¹ об экономии топлива при нагревании помещения воздухом за счет использования тепловых машин в обратном цикле.)

Удивляться тому, что коэффициент полезного действия в этом случае много больше единицы, не приходится по той простой причине, что в действительности подводимая к тепловому насосу энергия расходуется не столько на преобразование ее в другой вид энергии (в данном случае в тепло), сколько на транспортировку тепловой энергии от одного тела к другому. И в том, что энергии перемещается больше, чем затрачивается, ничего удивительного нет. Элементарно это можно показать хотя бы на таком простом примере, как железнодорожный состав, груженный углем, перемещаемый тоже при помощи угля. Если бы паровоз (или другая тепловая машина) потреблял топлива больше, чем он может перевезти его, то, очевидно, не было бы никакого смысла в таких перевозках. На транспортировку топлива затрачивается, конечно, много меньше, чем его перевозится. Это всем хорошо известно. Известно и то, что эшелон угля можно передвинуть на короткое расстояние энергией, заключенной в одной лопате угля.

Существуют электрические тепловые насосы, основанные на использовании эффекта Пельтье. В них коэффициент переноса тепловой энергии также может быть много больше единицы.

При рассмотрении процессов, происходящих в тепловых насосах, надо отдавать себе ясный отчет в том, что машины подобного рода (например, холодильники) сами не поглощают, не сосредоточивают в себе энергии. Не-

¹ On the Economy of the Heating or Cooling of Buildings by Means of Currents of Air.

возможно представить себе процесс, при котором введение энергии любого вида в данный объем вело бы к понижению температуры в этом объеме. Понижение температуры в заданном объеме не может означать ничего другого, как эвакуацию из него имеющейся тепловой энергии. Вся энергия, которую мы вводим в такие устройства, в конечном счете выделяется вне холодильника, вне машины. Поэтому, если такая машина работает на «тепло», ее к. п. д. принципиально не может быть меньше 100%, он обязательно будет выше 100%. Получение к. п. д. в этом случае ниже 100% означало бы бесследное исчезновение энергии, что противоестественно, так как энергия неуничтожима.

Наличие объема с пониженной температурой свидетельствует о том, что из него взято какое-то количество тепловой энергии. Это-то ее количество и идет на выделение тепла сверх 100%. Когда будет найден достаточно эффективный способ прямого преобразования тепловой энергии в электрическую, эта избыточная тепловая энергия или хотя бы часть ее может быть включена вновь в активный процесс путем регенерации.

Принцип регенерации осуществим и в системе «тепло — электричество, электричество — тепло» при условии, что питающей средой служит тепловой резервуар окружающего пространства. Создание термоэлектрического колебательного контура вполне мыслимо.

Осуществление такой системы могло бы привести к поразительным результатам. Ее можно было бы простым переключением перевести либо на генерирование тепла, либо на генерирование холода: зимой отапливаться холодом наружного воздуха, а летом охлаждаться наружным теплом. За счет энергии окружающего пространства можно будет шить одежду, готовить пищу, отапливать оранжереи с тропическими растениями, питать энергией транспорт, станки, водить автомобили и т. д.

Чтобы подойти к решению проблемы использования рассеянной тепловой энергии окружающего пространства путем нового ее сосредоточения, необходимо осуществить прежде всего два взаимодействующих процесса.

Один из этих процессов должен быть направлен на создание и непрерывное поддержание в заданной зоне пространства пониженных температур. Это может быть достигнуто только непрерывным перемещением определенного количества тепловой энергии из этой зоны за ее

пределы. Процесс должен осуществляться с коэффициентом преобразования много больше единицы и с высокой скоростью.

Другой процесс должен быть направлен на непрерывное преобразование полученной дополнительной тепловой энергии в иной вид энергии, в котором она могла бы быть вновь использована на поддержание первого процесса. Если считать, что энергия, первоначально затрачиваемая на осуществление первого процесса, в дальнейшем цикле обращения полностью утилизируется для какой-либо конкретной цели, то взаимодействие указанных двух процессов должно удовлетворять условию:

$$(\eta - 1) \cdot \eta^1 \geq 1.$$

Или в более общем случае оно удовлетворяет такому соотношению:

$$(\eta - \alpha) \cdot \eta^1 \geq 1.$$

Здесь η — коэффициент преобразования в первом процессе, характеризующий отношение полного количества полученной тепловой энергии к затраченной энергии в эквивалентном исчислении; η^1 — коэффициент преобразования во втором процессе, характеризующий процесс преобразования тепловой энергии в энергию другого вида, в котором она вновь может быть обращена на поддержание первого процесса; α означает долю практически используемой тепловой энергии. Если $\alpha = 1$, то величина $\eta - \alpha$ означает не что иное, как количество тепловой энергии, дополнительно полученное за счет энергии окружающего пространства.

Первоначально, т. е. на ранней стадии развития данной проблемы, коэффициент α , вероятно, будет много меньше единицы. В этом случае процесс концентрации энергии будет не полным, а только частичным. Часть требуемой для практических целей энергии будет покрываться за счет обычных источников энергии. Но по мере совершенствования указанных процессов значение α , по видимому, будет все больше и больше приближаться к единице. При достижении этого условия проблема концентрации энергии вступит в свою завершающую фазу.

Два взаимосвязанных процесса преобразования видов энергии, указанные здесь, по технологическому циклу и по принципу действия должны отличаться друг от дру-

га. Для таких процессов должно непременно соблюдаться условие $\eta \neq \frac{1}{\eta^1}$. Из этого следует, что взаимобратимые процессы одного и того же вида или одно и то же устройство при этом использованы быть не могут. Для осуществления указанной взаимосвязи обязательно необходимы два резко отличающихся процесса преобразования.

Приведенное соотношение очень важно, так как оно характеризует основное условие тепловой регенерации. Если это условие будет выполнено, то процесс тепловой регенерации обязательно начнется.

Сколько времени пройдет до торжества этой мечты, сказать пока трудно. На пути еще очень много преград. Но идея все более и более завоевывает умы. Рано или поздно она настолько распространится, что превратится в материальную силу, и тогда начнется ее настоящее, победное шествие.

История науки знает, что крупные научные достижения не приходят сразу, а тем более в готовом виде. В ряде случаев процесс научного творчества имеет вековой характер, и современники часто не видят той долгой и кропотливой подготовительной работы, которой отдана жизнь исследователей.

Заканчивая эту главу, не могу не напомнить вдохновенные слова академика В. И. Вернадского, написанные им как будто специально для данного случая:

«Корни всякого открытия лежат далеко в глубине, и как волны, бьющиеся с разбега о берег, много раз плещется человеческая мысль около подготавливаемого открытия, пока придет, наконец, девятый вал».

Уверен, что человеческая мысль, воплощенная в конкретные технические формы, добьется решения и этой грандиозной задачи. Человечество обязательно научится использовать процессы круговорота энергии в природе и поставит их на службу коммунистическому обществу. Открытие способов искусственного сосредоточения, концентрации рассеянной энергии с целью придания ей вновь активных форм будет таким открытием в истории развития материальной культуры человечества, что по практическим последствиям его можно сравнить разве только с открытием первобытным человеком способов искусственного добывания огня.

Вот о каком открытии, о каком девятом вале я меч-

таю. Пройдут годы, и эта мечта станет не устремлением одиночек, а организующей и направляющей силой в развитии материальных средств нашего общества.

Что это — утопия? Нет. Лучшие умы человечества не раз обращались к этой идее. Мы уже говорили о Циолковском. Мы приводили вдохновенные слова Энгельса.

История развития научной мысли богата подобными примерами.

Свою лекцию в американском институте инженеров-электриков, прочитанную 20 мая 1892 г., знаменитый исследователь и изобретатель в области токов высокой частоты Никола Тесла закончил под бурные аплодисменты присутствующих словами:

«Мы проходим с непостижимой скоростью через бесконечное пространство; все окружающее нас находится в непрерывном движении, и энергия есть повсюду. Должны найтись и прямые способы утилизации этой энергии. И когда свет получится из окружающей нас среды и когда таким же образом будут получаться все другие формы энергии из своего неисчерпаемого источника, человечество пойдет вперед гигантскими шагами.

Одно созерцание этой величественной перспективы поднимает наш дух, укрепляет нашу надежду и наполняет наши сердца величайшей радостью».

Как относиться к подобным высказываниям? Прежде всего надо быть терпимым ко всякой новой идее, если она сулит благо человечеству. Если мы не будем свободно обсуждать новые идеи, то никакого движения по пути их разрешения не может быть.

В архивах сохранилось письмо выдающегося русского изобретателя XVIII в. Ивана Петровича Кулибина всемирно известному в то время математику, физику и астроному Леонарду Эйлеру. Кулибин излагал свои мысли об устройстве, которое находилось бы в самостоятельном непрерывном движении.

Можно было ожидать самого разгромного ответа. Но, изучив материал, Эйлер ответил по поводу такого устройства:

«Этого сделать сейчас нельзя. Но можно ли будет его осуществить в будущем, я этого не знаю».

Вот пример лояльного ответа.

На уровне науки и техники того времени идею Кулибина действительно нельзя было осуществить. Но кто

сказал, что наложен запрет на раскрытие великой тайны природы — ее вечного и непрерывного движения?

Первая теоретическая работа о возможности использования энергии окружающей среды была написана мною 40 лет назад. Тогда большую практическую помощь мне оказал Ф. Ф. Железов, ныне доктор биологических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР. С середины 50-х годов мне очень помогал С. В. Кафтанов, бывший тогда заместителем министра высшего образования СССР, в последние годы активный член научного совета общественного института по проблеме использования энергии окружающей среды.

ДИАЛОГ УЧЁНЫХ СОБЕСЕДНИКОВ

История идей есть история смены и, следовательно, борьба идей.

В. И. Ленин

С тех пор как была написана последняя строчка последней главы этой книги, прошло немало времени. И теперь, перечитывая рукопись, как и всякий автор, временами я чувствую необходимость вернуться к ней — одно место хочется немного переделать, другое написать по-иному, там что-то исключить, а здесь что-то дополнить. Таков многократно проверенный закон творчества, и, вероятно, ни один автор не избежал его действия.

В книге много фактического материала, в ней отражены события и факты, взятые непосредственно из жизни. Но в ней есть и спорные места, требующие дальнейшего обоснования или экспериментального подтверждения.

В книге рассказывается о большом научном споре, возникшем много лет назад, который до сих пор занимает умы многих передовых ученых и новаторов. В ней с предельной ясностью отражена и моя мечта, ради которой я пожертвовал

бы жизнью, если бы подобная жертва помогла осуществлению идеи. Прочитав книгу, непредубежденный читатель поймет, конечно, что автор мечтает о том, чтобы поставить на службу человеку процессы естественного круговорота энергии в природе. И не только мечтает, но и ищет решения этой сложнейшей проблемы.

Но, спросит читатель, разве есть противники этой идеи? А если есть, кто они и каковы их аргументы?

У читателя может возникнуть такой вопрос: столько светлых умов — от Фарадея до Циолковского — верило в единство сил природы, мечтало поставить на службу человеку процессы круговорота энергии в природе, а человечество все еще пользуется пока только одной ветвью этого мирового закона — почему? До сих пор мы успешно и во все больших масштабах применяем процессы распада, рассеяния, деградациии энергии, но даже мысль о возможности активного сосредоточения рассеянной энергии считается покушением на устои науки, осквернением ее святая святых, кощунством, святотатством и т. д.

Как же так? С одной стороны, мечта корифеев науки, оставивших человечеству свои бесценные творения, а с другой стороны, непризнание их взглядов на протяжении многих лет со стороны не менее авторитетных и не менее известных ученых. Где же разгадка?

Думаю, что сейчас никто не решится предсказывать срок, когда кончится этот крупнейший спор. Мы можем здесь лишь повторить о нем замечательные слова Фридриха Энгельса:

«Возможно, пройдет еще немало времени, пока мы своими скромными средствами добьемся решения его. Но он будет решен: это так же достоверно, как и то, что в природе не происходит никаких чудес».

Если бы кто-нибудь экспериментально показал нам сейчас диалектическое единство процессов рассеяния и концентрации энергии (в природе оно, безусловно, существует), то мы, конечно, назвали бы это чудом. Но это слово звучало бы просто, без всякой мистики, так же, как произносят «русское чудо», говоря о подвиге нашего народа в 1917 г., о подвиге первых космонавтов и т. д. Уверен, что нашему поколению суждено дожить и до того величайшего «чуда», которое составляет суть моей мечты.

Но пока это только убеждения, вера. А как обстоит

дело с научным спором? Что говорят наши противники, и можем ли мы ответить им на все их возражения?

Мне кажется, что с точки зрения научных представлений возражения и ответы на них имеют одинаковое право на существование, хотя некоторые ученые и убеждены, что привилегией на это право обладают только те, кто возражает против этой мечты человечества.

Но не будем спорить о правах, а попытаемся в кратком диалоге символистических ученых мужей воспроизвести, что в действительности происходит сейчас в недрах науки. Назовем этих ученых мужей так: коллега А. и коллега Б. Коллега А. олицетворяет противников идеи концентрации энергии, коллега Б.—ее защитников. Встреча происходит в наше время. Подслушивающих нет, поэтому они не боятся уронить свой авторитет в глазах администраторов от науки и говорят прямо и искренне.

Коллега А. Мы не раз встречались и о многом уже переговорили. Надо ли еще раз начинать спор, в котором для меня ясно все, а для тебя, как я понимаю, остаются непонятными даже элементарные истины?

Коллега Б. Не будем ставить точку, едва начав разговор. Обыкновенно не тот, кто знает много, а тот, кто знает мало, чаще всего и категоричнее всего утверждает: «Этого сделать в науке нельзя». Это в ответ на твою колкость. Но я думаю, что мы отбросим такой стиль разговора.

Из всего многообразия не решенных современной наукой вопросов я хочу поставить только один: возможно ли в принципе — теперь или когда-нибудь в отдаленном будущем — сознательное управление процессами круговорота энергии в природе?

Коллега А. Друг мой, ты отстал от жизни, по крайней мере, на сто лет. Все, что вы, сторонники осуществления процессов концентрации рассеянной энергии, проповедуете, все, о чем вы мечтаете, давным-давно отвергнуто наукой! Выдающийся немецкий физик-теоретик Рудольф Клаузиус еще в 1850 г. сформулировал второй закон термодинамики в виде положения о невозможности самопроизвольной передачи теплоты от более холодного тела к более тепловому. В 1865 г. он обосновал этот закон с помощью им же введенного понятия энтропии. Откровенно говоря, я думаю, что в наше время, в век атомной энергии, только сумасшедший может меч-

тать о возможности концентрации рассеянной энергии; во-первых, с научной точки зрения это невозможно; во-вторых, это и не нужно. Атомной энергии хватит на всех. Образно говоря, ее хватит даже для бесперебойного обслуживания канатной дороги Земля — Луна. Так что подобные мечты напрасны.

Коллега Б. Весь свой арсенал аргументов «против» ты обрушиваешь, даже не разобравшись толком ни в одном из них. В том, что ты только что сказал, содержится, по крайней мере, до десятка положений, и в каждом из них надо сначала разобраться. Я не думаю, что нам при обосновании своих взглядов следует прибегать к историческим датам столетней давности. Но если ты решил блеснуть знанием точных дат, то и я могу тебе сказать, что задолго до Рудольфа Клаузиуса молодой французский военный инженер Сади Карно установил общие закономерности теплового цикла. В 1824 г., т. е. когда Клаузиус еще пешком под стол ходил (ему тогда было всего два года), Карно издал печатный труд под названием «Размышления о движущей силе огня». В этой работе он впервые указал, что тепло не может переходить от холодного тела к теплому без затраты работы. Почему же, трактуя этот вопрос, ты начинаешь летосчисление не с Карно, а с Клаузиуса?

Коллега А. Карно действительно на четверть века раньше Клаузиуса установил такую закономерность, но указанный тобой труд мало повлиял на дальнейшее развитие науки. Причиной было то, что Карно придерживался ошибочных взглядов на природу тепла — он признавал «теплород». Только после работ Роберта Майера, Джемса Джоуля и Германа Гельмгольца, установивших закон эквивалентности тепла и работы, Рудольф Клаузиус пришел ко второму началу термодинамики и математически сформулировал его. Клаузиус показал, что сущность второго начала термодинамики сводится к росту энтропии во всех реальных процессах.

Коллега Б. Насчет энтропии мы еще поговорим. А вот по поводу того, что выводы Карно долгое время оставались вне сферы размышлений мужей науки, я скажу тебе, что причина здесь совсем не в том, что он признавал существование «теплорода» как особого вещества.

Смерть рано оборвала жизнь этого замечательного человека — он умер тридцати шести лет от роду. Своей целью он ставил не только отыскание более экономичных

процессов в паровых машинах, но и открытие законов обратимости. Такие взгляды Карно не укладывались, конечно, в рамки развиваемых Клаузиусом энтропийных представлений. И это, на мой взгляд, было одной из главных причин того, что не всем работам Карно было воздано должное. Методологически смысловая разница здесь состоит в том, что Карно не распространял и не предполагал распространять установленную им закономерность на все явления природы, а Клаузиус, наоборот, свой энтропийный подход сделал всеобъемлющим.

Коллега А. Но это же правильно. Вся Вселенная — это дорога к равновесию. Все тела, предоставленные сами себе, стремятся только к равновесию. Естественным состоянием тел является механическое тепловое равновесие.

Коллега Б. Нет, это неправильно. Но я не буду нагромождать один вопрос на другой, я хочу закончить сначала свою мысль о Карно. Возьми любой университетский курс термодинамики, и ты найдешь там классическую формулировку второго начала термодинамики, данную Клаузиусом: «Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более горячему». Сравни ее с формулировкой той же закономерности, данной Карно: «Тепло не может переходить от холодного тела к теплоте без затраты работы».

Это далеко не одно и то же. По Клаузиусу, все тела, предоставленные самим себе, стремятся к равновесию, к «тепловой смерти». Из формулировки Карно никак не следует, что переход тепла от холодного тела к теплоте принципиально невозможен; в ней утверждается только то, что такие процессы сопровождаются затратой работы, т. е. затратой энергии.

Не хочется забегать вперед, но не могу удержаться от того, чтобы не сказать тебе, что авторитет Клаузиуса в этом вопросе был использован не в интересах прогресса. Он не ускорил, а затормозил, с моей точки зрения, развитие науки на целое столетие. Не утвердись этот постулат априорно, развитие науки, возможно, пошло бы по другому пути.

Коллега А. Ты пытаешься заставить меня и тысячи других физиков во всем мире поверить в то, что опровергается повседневными опытами, наблюдениями, фактами. Назови мне хотя бы один пример, где теплота сама

собой переходила бы от более холодного тела к более теплему.

Коллега Б. Мир движется и развивается не единственной формой энергии, поэтому более правильным, мне кажется, было бы сформулировать твой вопрос так: «Есть ли в природе примеры перехода энергии из более низкого энергетического состояния в более высокое энергетическое состояние, примеры перехода энергии от более низкого потенциала к более высокому?»

Коллега А. Согласен. Мой вопрос можно сформулировать и так, но это слишком расширенное толкование. Ответ сначала на вопрос в моей постановке. Я считаю, что достоверно наблюдаемый факт — высший судья в науке.

Коллега Б. А ты не боишься при этом уподобиться инквизитору?

Коллега А. Вот уж поистине страсть в спорах не знает предела.

Коллега Б. Нет, нет, я не шучу. Я только хочу напомнить, что инквизиторы в 1600 г. сожгли Джордано Бруно именно за то, что он осмелился восстать против очевидных для всех фактов. Человечество, начиная от древних своих предков и вплоть до коперниковского гелиоцентризма, ежедневно просыпалось и видело, что Солнце всходит и заходит. Все видели, что Солнце и другие небесные светила движутся по небосводу, но никто не видел, что Земля вертится вокруг своей оси, да еще и вокруг Солнца. Все это было неоспоримым и миллионами наблюдаемым фактом. И мы, в исторических масштабах, совсем недавно узнали истинную цену этому «неоспоримому» факту.

Коллега А. Но ведь тогда не было еще научных инструментов, с помощью которых можно было бы опровергнуть массовое заблуждение.

Коллега Б. А ты думаешь, что мы сейчас уже владеем всеми научными инструментами? По-твоему, после нас никто не в состоянии будет что-либо изобрести? Кстати сказать, Коперник и Бруно, не имея в то время никаких приборов для астрономических наблюдений, сумели на основании анализа тех же всеми наблюдаемых фактов прийти к выводу, отрицающему эти факты.

Это еще раз говорит о том, что нельзя и не следует относиться к фактам слепо.

Коллега А. Я тоже не отношусь к фактам слепо.

Но есть же еще и теория, которая объясняет эти факты.

Коллега Б. К теории постулата Клаузиуса мы еще вернемся. А сейчас, чтобы ответить на твой вопрос, я предлагаю сделать небольшую мысленную прогулку на какую-либо планету. Представь себе, что мы находимся на Марсе. В нашем распоряжении множество всяких марсианских научных инструментов, они похожи на наши земные, и мы умеем ими пользоваться. Итак, на марсианской астрономической обсерватории мы ведем наблюдения за планетой Земля. Какие же сведения мы можем получить с помощью этих приборов о нашей планете?

Коллега А. Наверное, такие же, какие получаем с Земли о других планетах: о составе земной атмосферы, температуре поверхности Земли и т. д. Что же еще?

Коллега Б. С помощью современного инструментария наука может многое узнать о других планетах. И все же Землю лучше, конечно, изучать с самой же Земли. Я пригласил тебя на Марс только для того, чтобы взглянуть на колыбель человечества глазами марсианина, без очков предвзятости. Что же мы увидим в мощные марсианские телескопы?

Мы удостоверимся, прежде всего, что температура поверхности Земли даже на экваторе в солнечный жаркий день немного выше 300°K , а температура атмосферы и того ниже. Увидим, что над поверхностью Земли плывут облака, а сама Земля — давно потухшее тело — не селся в безбрежном космическом океане. Временами мы увидим яркие вспышки молний, температура которых в месте разряда измеряется десятками и даже сотнями тысяч градусов. Как же так? Температура земной оболочки не превышает 300° , а температура вспышки молний достигает столь огромной величины?

Коллега А. Тут нет ничего удивительного. С поверхности морей и океанов идет непрерывное испарение воды, и по мере образования облаков на них накапливаются электрические заряды. Достигнув определенного значения, они и разряжаются в виде молний. Причиной этого является солнечная энергия, непрерывно падающая на поверхность Земли в виде рассеянного потока.

Коллега Б. «Накопление» или «концентрация» — это дело даже вкуса, кому какое слово нравится, тот такое и употребляет. Важен не термин, а то, что из бесчисленных актов испарения образуются мощные потоки го-

нимых ветром туч и облаков, энергия которых в вечном круговороте сил природы преобразуется в ливни, молнии, ручейки, потоки, реки. И если говорить о переходе тепла через многие ступени преобразований от низкотемпературной среды, какой является вся атмосфера, в высокотемпературную энергию молнии, то мы обязаны вспомнить Сади Карно, который говорил, что для такого перехода нужна затрата работы, т. е. затрата энергии.

Ты говоришь, что причиной рассматриваемого явления служит солнечная энергия. Согласен. Но разве мы должны исключить из своего рассмотрения Солнце? Разве Солнце и его радиация, достигающая нас, это не частица той самой природы, в которой мы живем и часть которой составляем? И если рассеянную по всей поверхности Земли солнечную радиацию природа может сама собой сосредоточивать (концентрировать) в энергию молнии или в грозные потоки могучих рек, то и человек сможет когда-нибудь научиться управлять подобными процессами.

С далекого Марса взглянем и на нашу родную Москву. Вот мы направили свой сверхсветосильный телескоп на Ленинские горы. Несмотря на грандиозность сооружения, разрешающая способность телескопа не позволяет разглядеть на Земле отдельного человека. О существовании людей можно лишь догадываться по результатам их творений.

Вот мы видим, как на Москве-реке остановилась баржа, груженная гранитным камнем. И, о чудо! Камни «сами» поднимаются на Ленинские горы, укладываются в стройную систему и образуют величественное здание Московского университета.

Спрашивается: чудо это или нет? Нет, не чудо. Но сами ли камни поднимаются против силы гравитационного поля? Я отвечаю, да, сами. Я не удивлюсь, что такой ответ вызывает у тебя ироническую усмешку. Еще никто и никогда не видел, чтобы камни «сами» поднимались (если не считать извержения вулканов, во время которых камни и пепел летят иногда на тысячи метров вверх). Ты скажешь, что в рассматриваемом случае камни поднимают люди и их машины. Но ведь человек, чтобы иметь силу, сам добывает и принимает пищу, составляющую частицу той же природы, как и он сам. Вот и выходит, что природа сама создает организованный по-

рядок. Из хаоса, из груды камней она собирает университеты, города и т. д. Разве это распад, деградация энергии? Нет, не распад. Человек и человеческое общество — нагляднейшие примеры самоорганизующейся материи на нашей Земле.

Коллега А. Твои рассуждения носят слишком общий характер и далеки от конкретности. Неизбежность обесценения тепловой энергии в результате ее рассеяния доказывается строго математически, поэтому на постулат Клаузиуса не надо смотреть как на какое-то субъективно установленное правило. Объективность его проявилась во всем последующем развитии науки.

Коллега Б. Ты хочешь сказать, что закон возрастания энтропии хорошо согласуется с теорией вероятности событий?

Коллега А. Да. Я хочу обосновать закон возрастания энтропии, исходя в первую очередь из теории вероятностей. Определение вероятности состояния любой системы, как тебе известно, имеет исключительно важное и принципиальное значение, так как дает возможность судить о направлении процессов, протекающих в системе. Чем больше, например, степень неупорядоченности движения отдельных частиц какой-либо системы, тем больше вероятность этой системы, ибо тем большим числом состояний она может быть представлена. Без внешних воздействий любая система всегда стремится перейти из менее вероятного состояния в более вероятное, т. е. в такое, которое чаще всего встречается.

Если, например, какое-либо тело имеет с одного конца температуру более высокую, чем с другого, то этому состоянию, как известно, соответствуют более высокие, в среднем, скорости молекул там, где температура выше, и более низкие скорости молекул там, где температура ниже. Число состояний, отвечающих этому условию, конечно, очень велико. Но можно со всей математической строгостью доказать, что оно значительно меньше числа состояний, при которых молекулы самых разнообразных скоростей распределены по всему объему тела, т. е. когда температура тела по всему его объему одинакова. Первое состояние, безусловно, менее вероятно, а второе более вероятно. Именно поэтому разность температур внутри любого тела сама собой стремится выравниваться. Именно поэтому мы никогда не наблюдаем самопроизвольного возникновения различных температур в каком-

либо теле, которое до этого находилось при одинаковой температуре.

Коллега Б. Само собой разумеется, что теорию вероятностей можно приложить к рассмотрению бесчисленного множества процессов. Однако я не сторонник универсального объяснения всех явлений природы выводами одной только этой теории. Если, например, положить два шарика — один черный и один белый — в ящик и начать покачивать его, то можно с уверенностью сказать, что никогда, ни в какой отдельно взятый момент времени эти шарики не могут быть равномерно распределенными по дну ящика. Ни белый, ни черный шарик не может находиться одновременно и в левом углу ящика и в правом. Никакая теория вероятностей тут не поможет. Для выполнения такого условия и черный и белый шарики должны были бы расколоться по крайней мере пополам, т. е. перестать быть тем, чем они на самом деле являются.

Но, с другой стороны, если вести очень длительное наблюдение за состоянием тех же шариков в качающемся ящике, то, исходя из теории вероятностей, можно сделать вывод, и это будет правильный вывод, что белый и черный шарики равномерно распределены по всему дну ящика. В любом из участков дна этого ящика белый шарик побывает ровно столько же раз, сколько и черный. Вот и выходит: процесс один и тот же, а выводов по нему можно сделать два и притом совершенно противоположных.

Коллега А. Конечно, второй закон термодинамики носит не абсолютный, а статистический характер, поэтому при наблюдении объектов с небольшим содержанием частиц или молекул возможны отступления от него. Броуновское движение это очень хорошо иллюстрирует.

Коллега Б. Для меня очень важно, что ты не придаешь теперь второму началу термодинамики абсолютного характера хотя бы в области микромира. Но своим примером с черным и белым шариками я хотел подчеркнуть совсем другое. Я хотел сказать, что за статистическим результатом наблюдения какого-либо процесса мы можем иногда не разглядеть истинной природы явления. Картина электронного облака в атоме является, безусловно, статистической, и она правильно описывает распределение плотности электрического заряда вокруг ядра, но этим она не раскрывает еще природы самого

электрона, природы единичных актов движения электрона в атоме.

Коллега А. Поскольку во всех реальных телах окружающего нас мира находится не единичное количество атомов и молекул, а огромное их число, то мы вправе ожидать в них только такие процессы, которые ведут к высшей степени неупорядоченности. Только такие состояния отвечают наибольшей вероятности. Тепловое равновесие, как самое вероятное состояние, лишь наиболее убедительно иллюстрирует эту закономерность.

Конечно, и в нем с точки зрения теории вероятностей возможны отступления, но они столь же невозможны, сколь и невероятны. Подсчитано, например, что даже в одном кубическом сантиметре объема такое событие, как перемещение всех молекул воздуха в верхнюю его половину, может произойти лишь один раз на $10^{3000000000000000000}$ случаев. Такую цифру невозможно даже мысленно представить себе — настолько она огромна. Это еще раз говорит о том, что не следует делать различия между «невероятным» и «невозможным».

Коллега Б. Если память мне не изменяет, то, кажется, известному физiku Вильсону принадлежат слова, что эквилибристикой математики можно внушить доверие даже к самой ложной теории. Я не могу, да и не хочу выступать против приложения теории вероятностей к тепловым процессам. Все достижения науки должны быть разумно использованы. Но твой пример носит явно абсурдный характер. Ведь для того, чтобы все молекулы воздуха сами собой переместились из нижней половины сосуда в верхнюю его половину и создали там двойное давление, необходимо затратить работу. Ты же этого условия не обеспечил, поэтому подсчитанная тобою вероятность относится к тому, чего вообще быть не может. В этом случае невероятное действительно есть в то же время и невозможное. Я знаю, во всех курсах физики невероятное отождествляется с невозможным даже тогда, когда для этого нет достаточных оснований.

Коллега А. А ты приведи мне хотя бы один пример, один процесс, в котором невероятное не соответствовало бы невозможному.

Коллега Б. Привести такой пример очень легко. Прежде всего, это рождение новых звезд и вечное движение материи. С точки зрения теории вероятностей, с точки зрения энтропистов, это принципиально невозможно.

Но ведь это существует! Мы сами с тобой, как живые организмы, являем собой пример нарушения этого правила. Не признать этих примеров ты не можешь, если только втайне не решил обратиться меня в верующего.

Коллега А. Реакционная философия использовала, конечно, учение Клаузиуса для того, чтобы обосновать религиозное представление о начале и конце мира. На этом поприще подвизались не только попы, включая римского папу Пия XII, но и многие псевдоученые. Но современная наука не имсет ничего общего с поповскими представлениями. Наукой доказано: когда наступает равновесие, то вокруг этого равновесия начинаются небольшие колебания — отступления от этого равновесия, или, как их еще называют, ф л ю к т у а ц и и.

Коллега Б. Я согласился бы объяснить рождение новых миров флюктуацией, если бы эти флюктуации были действительно столь велики. Но ведь ты сейчас же скажешь, что флюктуации заметны лишь для систем, состоящих из небольшого числа частиц, а для систем, состоящих из большого их числа они или совсем незаметны, или почти незаметны.

Коллега А. Хотя мы условились с тобой не выходить за рамки курса физики для всех, однако я хотел бы прибегнуть к некоторым элементарным выкладкам, чтобы показать тебе, что закон возрастания энтропии есть объективный закон природы, а не какое-то субъективное умозаключение и что общая энтропия тел, участвующих при любых реальных процессах, всегда возрастает и только возрастает.

Коллега Б. Я думаю, нам не стоит тратить времени на взаимное объяснение того, что такое энтропия. По этому поводу было так много сказано в научной и технической литературе, что мы едва ли будем в состоянии что-нибудь добавить к написанному. Одни авторы преувеличивали и до сих пор преувеличивают значение понятия «энтропия», другие, наоборот, с не меньшим рвением отрицают всеобщую значимость этого понятия. Я считаю, что и те и другие бесплодно тратят силы.

Для ряда технических расчетов понятие «энтропия» как математическое выражение полезно, и пренебрегать им не следует. Для не слишком больших замкнутых систем оно совершенно справедливо, хотя и не содержит в себе какого-либо нового физического качества, которое ранее не было известно.

Ошибочность представлений Клаузиуса состоит не в том, что он установил это понятие, а в том, что он бездоказательно распространил его на всю Вселенную, которая как всем известно, не является замкнутой системой и, следовательно, не подчиняется этому закону. Именно в этом смысле и состоит прежде всего антинаучность постулата Клаузиуса. Наблюдая неограниченно долго бесконечно большую систему, мы обязательно будем встречать в ней как возрастание энтропии, так и уменьшение ее, как рассеяние энергии, так и концентрацию ее.

Мне кажется, что теперь в этом убеждается все большее число представителей науки, и поэтому общие разговоры на эту тему можно сократить. Ни для микромира, ни для бесконечно больших систем понятие возрастания энтропии не имеет смысла.

Коллега А. Но ты же не можешь отрицать взаимную связь между понятием энтропии и вероятностью, которая, так же как и энтропия, при любых процессах никогда не уменьшается, а только возрастает?

Коллега Б. Само собой разумеется, что если мы насыплем в ящик сначала какое-то количество белых шариков, а затем на них такое же количество черных, то при покачивании ящика белые и черные шарики постепенно перемешаются. Раздельное состояние шариков в этом случае будет маловероятным, а смешанное состояние будет более вероятным. Из этого маловероятного состояния ты, конечно, сразу же сделаешь вывод о невозможности раздельного состояния шариков, особенно если общее количество их будет очень велико. Я же такого вывода распространять на все процессы не буду.

Коллега А. Назови мне хотя бы один процесс, в котором невероятное стало бы вероятным. Нет и быть не может таких процессов.

Коллега Б. Изволь. Все мы не раз видели, что ветер гонит плавающий на воде предмет в ту сторону, куда он дует. И никто никогда не видел, чтобы бревно плыло навстречу ветру. Такое движение, безусловно, невероятно, а значит, и невозможно. Так было на протяжении миллионов лет, пока человек не поставил в соответствующее положение парус и руль (бревно или лодка — это принципиального значения не имеет). Какой результат из этого получился, ты знаешь сам, — бревно поплыло против ветра. Силой ветра оно стало перемещаться против ветра. Я убежден, что когда впервые это кем-то было

сделано, то первобытные люди смотрели на это как на чудо. Но чудо ли это? Нет, не чудо, а разумное вмешательство человека в процесс взаимодействия участвующих в этом сил.

Коллега А. Но в твоём примере есть направленный поток энергии, поэтому его нельзя отождествлять с тепловым потоком рассеяния.

Коллега Б. А ты считаешь, что тепловой поток лишен направленности? Вы же сами беспрестанно утверждаете, что тепло может распространяться только от более горячего тела в сторону более холодного. Разве это не направленность теплового, а следовательно, и энергетического потока? Конечно, направленность. Мы еще не знаем пока, какой и как поставить «парус» на пути этого потока, чтобы использовать его силу для накопления потенциала. Но я уверен, что такой «парус» найдется.

Коллега А. Я все-таки считаю, что твой пример с бревном не имеет отношения к рассматриваемому вопросу.

Коллега Б. А я думаю наоборот: он имеет очень большое отношение. Движение бревна (или лодки) против силы ветра — ярчайший пример использования силы для движения против самой силы.

Коллега А. Конечно, бревно не может плыть против течения — это невероятно. Но я, право же, не вижу взаимной связи этого явления с самопроизвольным ростом какого-либо энергетического потенциала.

Коллега Б. В том-то все и дело, что вы, сторонники всеобщей деградации энергии, упорно делаете одновременно две ошибки в одном вопросе. С одной стороны, вы все время подчеркиваете слово «самопроизвольно». Тем самым вы исключаете активную организующую роль человека в этом процессе. И, с другой стороны, подобными утверждениями вы отрываете человека от природы, как будто человек не есть сама природа. Если человек организовал подъем гранитных плит на Ленинские горы, то ведь это в действительности сделала сама природа.

Коллега А. Но есть неумолимый закон природы, ведущий ко всеобщему равновесию. Все видят, как нагретое тело остывает, а вот чтобы чернильница, например, сама собой нагревалась за счет тепла окружающей среды, то этого еще никто и никогда не видел.

Коллега Б. Мало ли чего первобытный человек не

видел и не умел делать. Телевидение тоже никто и никогда не видел, пока его не создал человек, разумно организовав взаимодействие все тех же сил природы. В телевидении нет ничего сверхъестественного, но само по себе оно тоже никогда не существовало. И если бы кто-нибудь задался целью подсчитать вероятность самопроизвольного появления телевидения, то он тоже строго математически доказал бы, что оно невероятно, а значит и невозможно.

Коллега А. Не надо понимать меня так, будто при тепловом равновесии наступает полный покой. Любое физическое тело, достигая равновесия, в каждое мгновение как бы перестает быть прежним, ибо взаимное расположение молекул в нем не остается постоянным, а беспрестанно изменяется.

Это означает, что значение любой физической величины, характеризующей тело, сохраняется только в среднем. Строго говоря, физические величины никогда не равны своим наиболее вероятным значениям, а все время колеблются около них. Среднее значение относительной флюктуации, т.е. той доли, на которую изменяется интересующая нас физическая величина благодаря хаотическим движениям молекул, может быть выражено величиной $\frac{1}{\sqrt{N}}$, где N — число молекул данного изучаемого тела или его части. Из этого соотношения следует, что флюктуации заметны лишь для систем, состоящих из небольшого числа молекул, и совсем не заметны для систем, состоящих из огромного числа молекул.

Коллега Б. Выходит, что ты, как правоверный сторонник теории всеобщего рассеяния тепла, признаешь, что флюктуации действительно являются каким-то своеобразным нарушением закона равновесия? В тот момент, когда тело отклоняется от равновесия, флюктуации переводят его из более вероятного состояния в менее вероятное.

Коллега А. При флюктуациях равномерное распределение молекул действительно нарушается, временами возникает как бы более упорядоченное состояние. В таком понимании тепло действительно может на отдельных участках переходить от более холодного места к более тепловому. Но не вздумай предложить мне на этом принципе создание вечного двигателя. Наукой это давно опровергнуто. И ошибочность всех изобретений в этом отношении доказана.

Из этого следует, что хотя нарушения всеобщего стремления природы к равновесию благодаря флюктуациям непрерывно возникают вокруг нас, но они не могут изменить неумолимого хода всех физических процессов в сторону увеличения вероятности, в сторону обесценения энергии.

Коллега Б. Выходит, что мы с тобой живем в очень счастливое время. Кто-то позаботился о нас и создал нам приятное, теплое, ласковое солнце. Так, что ли?

Коллега А. Я не исключаю в этом случае наличия крупного противоречия с основными нашими представлениями. Критическое рассмотрение окружающей нас действительности в отдельных случаях указывает на то, что наши представления о пространстве и времени, а также основные законы, которые мы до сих пор считали несомненными, чем-то нехороши. Образно говоря, наша старая машина оказывается негодной как для очень малого, так и для очень большого.

О том, какие изменения надо внести в наши прежние формулировки законов природы, чтобы их можно было применять в одних случаях к микромиру, а в других — ко всей Вселенной, покажет только будущее.

Коллега Б. Вот это деловой разговор. Лучше признать незнание, чем хвастливо прикрывать его ложными знаниями.

Говоря о флюктуациях, я так же, как и ты, не имею в виду использование их для получения работы. Но я не преуменьшаю их роли в масштабах Вселенной. Я думаю, что и ты не высказал мне по этому поводу всего, что хотел.

Коллега А. Уже сегодня астрономы при помощи телескопов проникли в глубь Вселенной на расстояния, в 10^{12} — 10^{13} раз превышающие размеры Солнечной системы. Если наша Солнечная система — это флюктуация, то, значит, мы наблюдаем неравновесные состояния, которые превышают масштаб, необходимый для нашей жизни, по крайней мере в 10^{12} раз. Таким образом, наше существование ни в какой степени не оправдывает невообразимо малую вероятность флюктуации, приведшей к образованию Вселенной в современном виде.

Коллега Б. Что верно, то верно. Только ты не совсем правильно понимаешь «невообразимо малую вероятность флюктуаций». Говоря так, ты все время имеешь в виду относительную величину флюктуаций. Она

действительно с ростом числа частиц катастрофически убывает. Но ведь в реальных процессах участвует не относительная, а абсолютная величина флюктуаций, т. е. ее прямое значение как \sqrt{N} . С ростом абсолютного числа частиц в системе абсолютное значение флюктуации тоже растет, а не убывает. При бесконечно большом числе частиц в системе флюктуации в ней по своей абсолютной величине могут также достигать бесконечно большого значения.

Коллега А. Мы рассмотрели со всех сторон проблему получения энергии из окружающего пространства и пришли к выводу, что она не имеет под собой никакого научного основания. Может быть, кончим на этом наш разговор?

Коллега Б. Если ты считаешь постулат Клаузиуса достаточным основанием для своих взглядов, то, может быть, ты, по-своему, и прав, я же считаю, что настоящего разговора на эту тему мы еще и не начинали.

Коллега А. Что ты этим хочешь сказать?

Коллега Б. А то, что энергия рассеяна повсюду вокруг нас, и поэтому я уверен, что наступит такое время, когда люди сумеют включать ее в активный цикл круговорота.

Коллега А. Я не завидую тебе. Ты рискуешь подвергнуться изничтожающим нападкам со стороны всех, кто не разделяет твоих взглядов, а ты же знаешь, что в науке таких большинство.

Коллега Б. А я хочу спросить тебя, было ли в истории развития науки хотя бы одно сколько-нибудь значительное открытие, которое миновало бы «родовые муки»?

Коллега А. Да, но вопрос, который ты поднимаешь, выходит за рамки всего известного, он ворошит грандиозные области знаний. Ты рискуешь выступать против установившихся и безраздельно признаваемых законов природы.

Коллега Б. Выходит, что мы говорим с тобой на разных языках. Я тысячу раз повторяю и готов сказать тебе еще не одну тысячу раз, что в наше время не найдется ни одного здравомыслящего человека, который бы выступил с отрицанием правомерности установленных наукой законов природы, в том числе и второго начала термодинамики в любой его формулировке. Только в пылу полемической тенденциозности люди могут бросать такие обвинения. В пределах тех явлений, для которых

эти законы установлены, они незыблемы. Какое может быть в этом сомнение?! Но надо решительно и действительно мужественно выступать против произвольного, расширенного толкования любых законов по отношению к тем явлениям, которые остаются для человечества еще непознанными.

Можно ли назвать такие выступления мужественными, я не знаю. Но всякий выступающий в защиту идеи круговорота энергии должен, безусловно, обладать верой в единство сил природы. Без такой веры нельзя достигнуть даже самого маленького успеха на этом пути. Если бы Фарадей не избрал своей основой глубокую веру в единство сил природы, то он не сделал бы тех величайших открытий, за которые человечество будет вечно ему благодарно.

Коллега А. Ты не составляешь исключения! Несметное содержание энергии в окружающем нас мире действует гипнотически на многих изобретателей.

Я как-то читал, что если бы нам удалось понизить температуру земного шара всего лишь на один градус, то при теплоемкости земли в 0,2 ккал/кг мы смогли бы получить энергии $1,2 \times 10^{24}$ ккал. Это в миллиарды раз больше той энергии, которая ежегодно вырабатывается сейчас электростанциями всего мира. Такие неисчислимые «возможности» получения энергии могут вскружить голову не только малоопытным изобретателям.

Коллега Б. Постой, постой! Ты отдаешь отчет в своих словах? Пример, который ты только что привел, представляет собой вопиющую профанацию проблемы. Здесь налицо глубочайшее заблуждение, хотя бы оно и было прикрыто авторитетами и цифрами.

Коллега А. В чем же, по-твоему, состоит «глубочайшее заблуждение»?

Коллега Б. Изволь. Земной шар охладить искусственно хотя бы и на один градус можно только в том случае, если потребитель энергии будет находиться вне Земли, например в Галактике, на другой планете, в межзвездном пространстве и т. д. Но это же явная чушь.

Никакой земной потребитель не может охладить земной шар, ибо любое количество энергии, отнятое от среды, туда же и вернется. Любая жилая комната, будучи нагретой за счет тепла окружающего пространства, в конце концов обязательно охладится, и все тепло, содержащееся в ней, вернется туда же, откуда оно было взято.

Потери земной энергии могут происходить только при посылке радиоизлучений в мировое пространство и при полетах космических кораблей. Даже искусственные спутники Земли не могут изменить ее энергетического баланса.

С этой точки зрения, сколь бы грандиозной ни казалась нам цифра 10^{24} ккал, она не верна. При круговороте энергии действует неумолимый закон сохранения энергии, и поэтому запасы ее бесконечны. Энергию так же нельзя уничтожить, как нельзя ее создать.

Землю нельзя представлять как некую однородную массу. Земной шар — вечно движущаяся, вечно развивающаяся материя как в биосфере, так и в своих недрах. Подходить к ней как к мертвому телу — значит подминать реальность надуманным примером.

Коллега А. Возможно, мой пример с земным шаром и не совсем удачен. Но это не меняет сути дела. Ты не можешь не согласиться с тем, что все окружающие нас тела находятся в состоянии теплового равновесия и, следовательно, выйти из него самопроизвольно они не могут.

Коллега Б. Что значит «самопроизвольно»?

Коллега А. А то, что если энергия колеблющегося механического маятника, например, вследствие сопротивления воздуха и трения в подвесах, самопроизвольно переходит в тепло, то обратного процесса произойти не может. Маятник ни при каких условиях не начнет самопроизвольно раскачиваться за счет тепла, содержащегося в окружающей среде.

Коллега Б. Я бы осторожнее относился к слову «самопроизвольно», ибо и в первом случае энергия качающегося маятника, если говорить точно, тоже не совсем самопроизвольно переходит в тепло. Для того чтобы маятник начал качаться, ему необходимо было предварительно сообщить какое-то количество энергии, или, как сказал бы Карно, — необходимое количество работы. Надо было также создать такое устройство, при котором запасенная в маятнике потенциальная энергия переходила бы в тепло не сразу, как это бывает при упавшем камне, а постепенно, с каждым периодом раскачивания, за счет трения о воздух и т. п. Все это означает, что в качающемся маятнике процесс был организован. Если быть последовательным, то и в обратный процесс надо сначала внести элементы организации.

Коллега А. Никакая организация процесса не может дать возможности получить энергию за счет охлаждения какого-либо тела окружающей нас среды. Все тела, находящиеся в равновесии друг с другом, энергетически бесплодны. Энергия теплового движения молекул любого тела, находящегося в равновесии с другими телами, хотя и огромна, но мертва.

Коллега Б. Я с этим в корне не согласен, и, по-видимому, это и составляет главную суть наших расхождений. Ты признаешь, что энергия может быть «мертвой», а я этого признать не могу и никогда не признаю.

Коллега А. Но ты не можешь указать мне хотя бы на один пример использования тепловой энергии окружающего пространства.

Коллега Б. Задавая вопрос так, ты грешишь против собственной совести. Ты сам знаешь, что примеры такие существуют. Ты их или не видишь, или не хочешь связать с обсуждаемой проблемой. А может быть, ты и не можешь найти эту взаимосвязь.

Коллега А. Ты начинаешь говорить загадками.

Коллега Б. Существуют, как ты знаешь, различные системы тепловых насосов. И отрицать то, что они позволяют получать тепло, например, для отопления зданий за счет охлаждения воды в реке и т. п., — ты не можешь.

Коллега А. Но в этом нет ничего особенного. Это просто-напросто обращенная тепловая машина.

Коллега Б. И я говорю, что нет ничего особенного в том, что Колумб на глазах изумленной публики поставил яйцо на острый конец. Я не помню, кому принадлежат слова, но хочу повторить их тебе: ты, видимо, безнадежно потерял способность удивляться — это очень плохо для ученого.

Ты вот привел пример с маятником и видишь в нем только то, что запасенная потенциальная энергия постепенно переходит в тепло и никогда больше не превращается обратно в энергию качающегося маятника. Тебя не удивляет это устройство, для тебя оно слишком примитивно. А я до сих пор восхищаюсь этим устройством и вижу в нем прежде всего пример всеобщего закона природы о единстве сил. В самом деле, если отвести маятник в самое верхнее положение и задержать его там, то количество потенциальной энергии в нем от этого не уменьшится. Наоборот, он будет обладать в этом положении максимумом потенциальной энергии, хотя

и не будет совершать никаких движений. При движении же потенциальная энергия будет то превращаться в кинетическую форму, то снова в потенциальную. Это ведь то же самое, что движение планет вокруг Солнца, что движение электрона вокруг ядра и т. п.

Планеты, приближаясь к Солнцу, то преобразуют часть своей потенциальной энергии в кинетическую, то, удаляясь от него, вновь увеличивают запасы своей потенциальной энергии. И ровно столько, сколько было израсходовано потенциальной энергии при преобразовании ее в кинетическую, будет вновь получено при преобразовании кинетической энергии в потенциальную. Это тот же маятник, только удаленный от нас, невидимый, а маятник земной мы можем, как говорится, и ощущать.

А разве не удивляет то, что маятник Фуко, установленный в Исаакиевском соборе, наглядно показывает принцип вращения Земли? Маятник — великое изобретение, и, не будь открыто маятниковое движение, мы, возможно, до сих пор пользовались бы водяными клепсидами или песочными часами. Вот почему я с таким восхищением смотрю на простой, обыкновенный маятник.

Коллега А. Я пока не вижу никакой связи между твоим восхищением маятником и твоими мечтами об использовании энергии окружающего пространства.

Коллега Б. Я тебе еще не рассказал всего того, что думаю о маятнике. Принцип этот существует не только в механике. Он прекрасно осуществлен в радиотехнике. В любом колебательном контуре энергия попеременно преобразуется то в электрическую форму, то в магнитную. И это удивительное преобразование совершается тем большее количество раз, чем меньше будут собственные потери в колебательном контуре.

Коллега А. Ну и что же ты нашел в этом особенного? Теперь каждый школьник, каждый радиолюбитель знает, как устроен колебательный контур. Теория его изучена, а практика льется через край.

Коллега Б. Я уже говорил, что порой даже самые простые, самые привычные понятия и факты требуют анализа и исследования. Часто, к сожалению, очень часто мы, свыкнувшись с ними, перестаем критически относиться к ним.

Но раз уж мы заговорили о радиотехнике, то я хочу напомнить тебе о прекрасной механической модели, иллюстрирующей принцип работы связанных контуров. Лю-

бой из нас даже в домашних условиях может поставить интересный опыт. Он крайне прост, но дает много пищи для размышлений.

Между спинками двух стульев натяни бечевку длиной примерно полметра и подвесь на нее на некотором расстоянии друг от друга два грузика (скажем, две гайки) на нитках длиной 30—40 см. Получатся два маятника на мягких подвесках. Теперь оттяни один из грузиков и отпусти его. Он, понятно, начнет качаться. И тут мы увидим следующую картину: амплитуда качающегося маятника станет постепенно затухать, но зато второй маятник, который был до этого в покое, начнет сам раскачиваться, и чем дольше, тем больше. Наконец, амплитуда второго маятника сравняется с амплитудой первого маятника. Первый маятник, таким образом, передаст часть своей энергии второму маятнику, иначе как же объяснить это явление? Казалось бы, в дальнейшем колебания обоих маятников должны затухать одновременно. Но произойдет необычное: амплитуда колебаний первого маятника по-прежнему будет затухать и упадет в конце концов до нуля, а амплитуда колебаний второго будет все увеличиваться и увеличиваться, пока наконец не достигнет своего максимума. Затем они поменяются ролями, и процесс повторится еще несколько раз.

Коллега А. И что же тут необычного? Этот опыт видели, наверное, многие студенты и даже школьники.

Коллега Б. Я тоже думаю, что его видели многие. Но едва ли задумывались над такими вопросами: почему энергия первого маятника «перекачивается» второму даже тогда, когда амплитуда первого стала уже меньше амплитуды второго маятника? Почему энергия низшего потенциала переходит к маятнику с энергией более высокого потенциала? Почему второй маятник как бы концентрирует на себе всю энергию первого маятника? И это наглядно видно в данном опыте, так как амплитуда первого маятника действительно доходит до нуля, тогда как второй маятник в это время раскачивается с максимальной амплитудой. Почему нет одновременного выравнивания и усреднения энергии между этими двумя маятниками? Все здесь кажется очень простым, но если задуматься, то все это не так-то просто.

Коллега А. Ты, видимо, любишь философствовать по всякому поводу...

Коллега Б. Друг мой! Как бы мне хотелось дать

тебе вторые глаза. В простом, ставшем уже будничным, ты действительно не хочешь видеть философской стороны.

Коллега А. У нас очень много философов, но, по моему, все они стоят по ту сторону техники, конкретных наук.

Коллега Б. Я не о философах говорю, а о философском смысле. Слово «философия» меня не отталкивает, как это бывает с некоторыми представителями «чистой» науки, а привлекает. Истинный ученый не может не быть философом в своем любимом деле, ибо слово «философия» означает не что иное, как стремление к мудрости, к глубокому смыслу. Не признавать за учеными права на такое стремление по меньшей мере непростительно.

Коллега А. Я не вижу, чтобы наши знания о колебательном контуре от такого рассуждения стали шире и глубже.

Коллега Б. Знаю. Всякий, кто считает себя на вершине книжных знаний, не может без труда допустить иного толкования описанных в книгах явлений. Вот если бы мы встретились с тобой этак лет через 30—40, то, я думаю, мы легче нашли бы общий язык.

Коллега А. Что нам стоит мысленно перенестись лет на 20—30 вперед? Я согласен.

Коллега Б. Представим себе, что мы оба живем в 2000 году и случайно зашли в лекторий, где идет популярная лекция по энергоинверсии. Послушаем, о чем говорит лектор.

«Такие слова, как «энергетическая инверсия», «инвертор», «инвертоника», применительно к самому главному, чем живет человек,— к энергетике — сравнительно недавно вышли на страницы наших учебных программ.

Энергоинверсия — это обобщенное понятие о новых методах получения энергии за счет инверсии, т. е. за счет перемещения (перестановки) тепла окружающего пространства. Как и кибернетика, эта новая область науки прошла сложный путь развития. Так же как и кибернетику в свое время, ее называли лженаукой, третировали как неправильно понятые и ложно истолкованные высказывания классиков марксизма, а отдельных энтузиастов-исследователей, пытавшихся хоть немного продвинуться вперед на этом пути, называли невеждами. Но все это теперь позади, и мы можем сегодня не с опаской, а с восхищением перед человеческим разумом рассмотреть основные принципы этой новой области знаний.

Чтобы понять смысл этой дисциплины, надо сначала обратиться к таким привычным для нас системам, как колебательный контур, механический маятник и т. п. Что примечательного в этих системах? Примечательно в них то, что сообщенная им энергия длительное время совершает взаимные превращения одного вида энергии в другой и обратно. В колебательном контуре электрическая энергия конденсатора преобразуется в магнитную, а магнитная обратно в электрическую, и так несколько раз. В механическом маятнике, представляющем собой тоже колебательный контур, происходит поочередное превращение потенциальной гравитационной энергии в кинетическую форму энергии и обратно».

Коллега А. В этом я пока не вижу ничего нового. Подобными рассуждениями ты меня уже осаждал.

Коллега Б. Не делай поспешных выводов, наберись терпения. Слушай, что говорит лектор...

«И, как часто бывает в науке, одни и те же факты, одни и те же закономерности под другим углом зрения обнаруживают признаки новой взаимосвязи. В этом нет ничего удивительного. Известны случаи, когда даже сами авторы, открывшие то или иное явление, затрудняются указать на главное следствие своего открытия. Достаточно вспомнить в связи с этим имена великого изобретателя Эдисона и великого физика Резерфорда. Первый сам открыл эмиссию электронов с накаленной вольфрамовой нити в вакууме, но упорно отрицал практические возможности ее использования. Теперь же все знают, что в мире нет ни одной радиолампы, которая не основана именно на этом явлении. Второй впервые в мире осуществил ядерную реакцию, но до конца своих дней упорно отрицал практическую возможность получения атомной энергии. Даже в 1933 г., т. е. почти накануне открытия цепной реакции, на годовом собрании Лондонского королевского общества он говорил, что «всякий, кто высказывается за возможность получения внутриатомной энергии в больших масштабах, говорит чистейший вздор». Как глубоко ошибся этот великий ученый в своих предсказаниях, теперь известно всем.

В какой связи нас интересует сейчас колебательный контур? Почему вводный раздел энергетической инверсии мы начинаем с рассмотрения маятника, который был известен еще древним? Ответ на этот вопрос очень простой: в колебательном контуре инверсия энергии в коли-

чественном отношении многократно превосходит потери энергии за тот же период обращения.

В том случае, когда внутренние потери колебательно-го контура компенсируются внешним источником энергии, колебания становятся, как известно, незатухающими (радиотехника, часовой механизм и т. п.).

Вывод о том, что в колебательном контуре инверсируемая (обращаемая) энергия превосходит потери за тот же период обращения, имеет глубокое принципиальное и исключительно важное значение. В самом общем виде можно сказать, что потери энергии за один период колебаний составляют $\frac{1}{n}$ долю запасенной в контуре энергии, где n — число периодов колебания.

В результате огромного труда исследователей дальнейшее развитие этой мысли привело к созданию такой колебательной системы, в которой тепловая энергия среды или тела в процессе колебания стала переходить в электрическую форму энергии, а последняя вновь в тепловую форму энергии. Именно это и привело к возможности управления перераспределением энергии окружающей среды как в сторону некоторого повышения, так и в сторону понижения теплового потенциала. Именно в теплоэлектрическом колебательном контуре идея концентрации и деконцентрации энергии окружающей среды нашла свое первое воплощение».

Коллега А. Говоря от имени лектора, ты хочешь сказать, что уже достигнута возможность преобразования менее организованной, т. е. хаотической, формы энергии в более организованную форму?

Коллега Б. И да, и нет. С точки зрения теории вероятности при более низкой температуре, как ты сам мне доказывал, существует наибольший беспорядок. С этой точки зрения повышение температуры есть переход к менее вероятному состоянию. Однако последующее преобразование тепловой энергии в электрическую форму энергии с упорядоченным движением электронов означает переход тепловой хаотической энергии молекул в еще более высокоорганизованную форму энергии.

Коллега А. Конечно, если бы удалось найти способ прямого преобразования тепловой энергии в электрическую с соотношением 1:1, то, возможно, возникли бы условия для осуществления идеи о колебательном контуре «тепло — электричество — тепло». Но пока таких усло-

вий нет. Если же исходить из термодинамических законов, то тепловая форма энергии не допускает стопроцентного преобразования ее в другие формы. Любая другая форма энергии (например, электрическая энергия на омическом сопротивлении) может стопроцентно переходить в тепловую форму энергии, однако обратный процесс, т. е. преобразование тепловой формы энергии в электрическую, согласно законам термодинамики принципиально невозможен. Имеющееся соотношение $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$ является пределом даже для идеального цикла.

Коллега Б. Тут я с тобой вновь решительно не согласен. И не потому, что это соотношение неверно, а потому, что оно не учитывает всех возможных процессов.

Коллега А. Попробуй доказать, что тепло окружающей среды может прямо и стопроцентно переходить в электрическую или какую-либо иную форму энергии.

Коллега Б. Доказать это можно очень просто. Я мог бы сослаться на эффект Гельмгольцевой теплоты в аккумуляторах и некоторых гальванических элементах, например в элементе Бугарского, но я сошлюсь прежде всего на опыты Ленца.

Коллега А. Ты имеешь в виду его опыт с замораживанием капли воды на спаяе двух разнородных проводников?

Коллега Б. Вот именно.

Коллега А. Не понимаю, какое отношение опыт Ленца имеет к обсуждаемой проблеме?

Коллега Б. Самое непосредственное. На этом опыте можно наглядно видеть, что количество электрической энергии, затрачиваемой на движение электронов в месте соединения разнородных проводников, значительно меньше того тепла, которое поглощается в этом месте из среды. Если бы тепло, образующееся на границе двух металлов (Джоулево тепло), было больше тепла, поглощаемого в месте спая, то, конечно, ни Ленцу, ни кому-либо другому не удалось бы заморозить каплю воды.

Вот и выходит, что в капле воды заморожена огромная сила. Надо только уметь в малом видеть большое.

Коллега А. Не понимаю, чему ты радуешься. Какую разгадку ты нашел в этом? В основе опыта Ленца лежит эффект Пельтье, и ничего больше.

Коллега Б. Я ничуть не сомневался, что ты так скажешь. Но вдумайся только в то, что на стыке двух раз-

нородных металлов капля воды замерзла. В свете эффекта Пельтье тебе все это кажется элементарно простым. Я же отношусь к этому по-другому. Я тоже знаю эффект Пельтье и тем не менее удивляюсь опыту Ленца.

Коллега А. Воля твоя, можешь удивляться, чему хочешь.

Коллега Б. В том-то и беда, что вы, физические «ортодоксы», перестали, как я уже говорил, удивляться! Вы не хотите видеть дальше своего носа. А следовало бы. Внимательно присматриваясь к прохождению электрического тока через проводники разной химической природы, можно многое увидеть. Ты должен согласиться, что в эффекте Пельтье тепло, поглощенное в холодном спае, переносится к теплomu спаю не в форме тепловой энергии, а в форме электронов, энергетический уровень которых соответствует химической природе проводника, соединяющего эти спаи. Если бы это было не так, то мы обнаружили бы вдоль проводника или повышение его температуры, или наличие дополнительных электрических зарядов на нем. Однако ни того, ни другого не обнаруживается! Следовательно, тепловая энергия на холодном спае проводников непосредственно и стопроцентно преобразуется в энергию движущихся электронов. Кроме того, перемещение этой энергии совершается со скоростью электрических процессов, а не со скоростью теплопередачи. Сколько было поглощено тепловой энергии на спае разнородных металлов, ровно столько же ее будет заключено в движущихся электронах. Отрицать это ты не можешь, так как на горячем спае тепла выделится вновь столько же, сколько было поглощено на холодном спае. Вот и выходит, что прямое, стопроцентное преобразование тепловой энергии в энергию других форм в природе возможно. Закрывать глаза на это нельзя. А если присмотреться повнимательнее, то мы найдем, вероятно, и другие примеры подобных преобразований.

Коллега А. Ты хочешь, видимо, снова напомнить мне тот случай, который произошел несколько лет назад при разработке какого-то аппарата микроклимата на полупроводниках?

Коллега Б. Нет, сейчас мы ведем с тобой принципиальный спор, и нам нет необходимости ссылаться на печальные недоразумения.

Коллега А. Ты считаешь, что там было печальное недоразумение, а не ошибка?

Коллега Б. Наоборот, я считаю, что было слишком много ошибок.

Коллега А. В чем же там, по-твоему, было дело?

Коллега Б. Лучший ответ на это дали тогда те, кто наиболее остро критиковал якобы обнаруженный эффект. Я не стремился запоминать содержание подобных статей того времени, но одно место мне все же запомнилось. Вот что писали: «Было обнаружено, что даже если прекратить протекание через аппарат воды, из которой он черпает тепловую энергию, то к. п. д. аппарата все же превышает 100%. Если бы это было так, то это было бы действительно «чудом» — нарушением закона сохранения энергии и доказательством возможности вечного двигателя».

Коллега А. Но, по-видимому, так там все и было? По-моему, это очень объективная оценка.

Коллега Б. Для того чтобы давать объективную оценку чему-либо, надо сначала хорошо изучить то, что собираешься оценивать, а из приведенной мною выдержки видно, что авторы вообще не знали, о чем они говорят. Если же предположить, что они видели и даже знали предмет своей критики, то станет совершенно непонятным, каким образом они умудрились в одном утверждении нагромоздить столько принципиальных ошибок.

Коллега А. По-твоему выходит, что ошибка содержалась в оценке, да к тому же еще и публичной? В чем же она состоит?

Коллега Б. Попробуем проанализировать приведенное выше утверждение вместе. Из него следует, что до выключения воды аппарат черпал тепловую энергию из нее, и это, как видно из текста, авторов оценки не смущало...

Коллега А. А почему это должно смущать? Существуют же тепловые насосы различных типов, которые черпают тепловую энергию из воды, грунта и т. д.

Коллега Б. Приятно слышать от тебя такие слова. Но они расходятся с тем, что ты несколько минут назад утверждал. Ты только что говорил, что все окружающие нас тела находятся в тепловом отношении в равновесии и их тепловая энергия является «мертвой», «бесплодной», «бесполезной» и т. д. А теперь выходит, что из «мертвой» «бесплодной» энергии можно извлекать какую-то пользу. Где же в таком случае твоя научная совесть?

Коллега А. Но ведь было сказано, что вода выключо-

цена. В этом-то случае к. п. д. аппарата уж никак не может быть выше 100%.

Коллега Б. Вот в этом-то и состоит ошибка. В тепловом насосе, работающем по схеме Пельтье, к. п. д. принципиально не может быть ниже 100%, ибо это означало бы исчезновение подводимой электрической энергии. Исчезновение же энергии так же противоестественно, как и ее создание из ничего. По закону Джоуля электрическая энергия на омическом сопротивлении, как тебе хорошо известно, целиком (т. е. стопроцентно) переходит в тепловую форму энергии. Эта тепловая энергия не может исчезнуть. Так как на холодном спае нет выделения энергии (он сам поглощает энергию), то, следовательно, эта тепловая энергия выделяется на горячем спае вместе с переносимой теплотой Пельтье. Таким образом, стопроцентный к. п. д. такого аппарата обеспечен автоматически.

А так как изолировать систему от окружающей среды, даже после того как отключили воду, нельзя (это даже богу, наверное, не под силу сделать), то к холодному спаю всегда будет идти поток энергии от окружающей среды. Он будет меньше, чем от воды, но он будет идти. Этот дополнительный поток энергии, суммируясь с Джоулевым теплом, и обеспечивает общий коэффициент полезного действия, превышающий 100%. В такой системе к. п. д. не только не может быть меньше 100%, он не может быть даже равен 100%, он всегда может быть только выше 100%.

Коллега А. но разве ты не видишь, что это противоречит закону сохранения энергии!

Коллега Б. Нисколько. Именно в этом-то и заключена еще одна твоя ошибка. Получение дополнительной тепловой энергии не означает, что она получена «из ничего». Источник этой энергии в данном случае более чем ясен — это энергия окружающей среды, и закрывать глаза на него нельзя.

Коллега А. По-твоему, выходит, что если подобное устройство использовать в качестве отопительного прибора, то в некоторых случаях с его помощью можно получить тепла даже больше, чем вообще можно его получить при полном превращении электрической энергии в тепловую?

Коллега Б. Совершенно справедливо. И в этом нет ничего удивительного. Мы только что разбирали

схему работы электрической цепи, состоящей из разнородных проводников, в которой, согласно эффекту Пельтье, тепло переносится от холодного спае к теплomu спае сверх того тепла, которое выделяется за счет потерь на омическом сопротивлении этой цепи.

Коллега А. Но это означает, что коэффициент полезного действия такой установки в месте выделения тепла будет выше 100%. Я уже говорил, что этого быть не может.

Коллега Б. Опять неверно. Никакого нарушения закона сохранения энергии здесь нет и не может быть. Я еще раз подчеркиваю, что, сколько тепловой энергии поглотится из окружающей среды на холодном спае, ровно столько выделится на горячем спае.

Коллега А. Но мне помнится, что по этому поводу было очень много разговоров...

Коллега Б. От подобных разговоров, вероятно, очень трудно избавиться. Всегда есть люди, которые жаждут похорон всего нового. Для них теперь найдено даже специальное определение — мезонисты, т. е. люди, боящиеся нового. Печально, но это реальная действительность.

Коллега А. А как к указанному факту отнеслись физики? Это, по-моему, прежде всего их забота.

Коллега Б. По-разному. Одни выступали резко против — это те, которые знали дело издалека. Другие самоотверженно боролись «за» — это те, которые знали существо вопроса. Но я не придаю чрезмерно большого значения узкому профилю в науке. В науке очень часто фундаментальные открытия делали как раз не те, которым следовало бы их сделать. Велосипедные мастера братья Уилбер и Орвилл Райт, как известно, положили начало авиации, а член Французской академии наук Лоланд упорно стоял на позиции, что летать на аппаратах тяжелее воздуха принципиально нельзя. Первые опыты по искусственным источникам тока провел Луиджи Гальвани, хотя он был не физиком, а физиологом. Да мало ли таких примеров, когда люди из другой области знаний своим творчеством обогащали ту или иную науку.

Коллега А. Но теперь науки резко обособились, теперь стало гораздо труднее разобраться даже в смежных областях знаний. Если говорить о полупроводниках, например, то, я думаю, мнение узких специалистов в этой области должно быть наиболее авторитетным.

Коллега Б. Я с этим согласен. Но имей в виду, что

нет таких специалистов, которые были бы всегда непогрешимы при оценке новых вопросов.

Коллега А. Я тоже не придерживаюсь крайних суждений, но знать мнение специалистов узкой области необходимо.

Коллега Б. Если отбросить крайние суждения, то наиболее правильно мнение специалистов, зарекомендовавших себя в области полупроводниковой техники, сводилось к следующему: «Электронные полупроводниковые приборы позволяют перекачивать тепла больше, чем электроэнергия, затрачиваемая на эту перекачку. Нужно подчеркнуть, — говорили они, — что здесь нет никакого нарушения закона сохранения энергии, как это может показаться при невнимательном рассмотрении вопроса. Речь идет не о том, что создается новая энергия, а только о том, что электронный поток позволяет перекачать энергии тепловой больше, чем электрическая энергия, затрачиваемая на создание электронного тока».

Коллега А. Это, конечно, важное высказывание, и оно льет воду на вашу мельницу. Однако я считаю, что возможность полного круговорота энергии этим еще не доказывается.

Коллега Б. Я не утверждаю, что это уже полное решение проблемы круговорота энергии. Но кто откажется уже сейчас вместо 100 кал, содержащихся в потребляемой электроэнергии, получить 150 или 200 кал тепла за счет энергии окружающего пространства? Разве калории мечены или вторые менее ценны, чем первые? Если я хочу согреться в теплом помещении, то едва ли буду разбираться в том, какие калории меня греют. Разве калории пахнут?

Тепловые насосы и им подобные устройства — это первая, хотя и маленькая ступень к использованию человеком круговорота энергии в природе. Пути к полному торжеству идеи уже вырисовываются. Если мы будем не отвергать эту цель, а добиваться ее, то постепенно найдем и средства ее достижения. Изучение электронных переходов на границах веществ с различной химической природой, применение новейших средств исследования явятся существенным шагом на этом пути.

Во всяком случае, «учение о превращении движения ставит вопрос в абсолютной форме, и от него нельзя отделаться при помощи негодных отсрочек векселей или увиливанием от ответа... Круговорота (энергии) не полу-

чится, пока не будет открыто, что излученная теплота может быть вновь использована», т. е. может опять производить работу и переходить в другие формы энергии.

Эти слова принадлежат великому Фридриху Энгельсу, и я не думаю, что они потеряли свое значение. Они звучат для нас набатным призывом. Уверен, что целеустремленное сосредоточение творческих сил позволит решить и эту грандиозную проблему.

Коллега А. Ты, я вижу, оптимист до мозга костей.

Коллега Б. Да.

Коллега А. Как скоро, по-твоему, придет то время, когда защищаемое тобою направление получит признание науки?

Коллега Б. Это трудно предсказать. Раньше я думал, что до этого пройдет очень много времени. Однако некоторые факты говорят о том, что сроки могут сократиться.

Коллега А. Что ты имеешь в виду?

Коллега Б. Видишь ли, еще несколько лет назад понятие концентрации энергии отождествлялось с поразительным невежеством, а теперь этот термин вошел уже в университетские курсы термодинамики и в учебники общей теплотехники для вузов.

Коллега А. Но это относится, по-моему, пока только к большим мирам, ко Вселенной.

Коллега Б. Я доволен и этим. Пусть сначала будет признано для Вселенной. Вселенная — это тоже природа. Следующим этапом будет признание права на эти процессы и на нашей грешной Земле. Утверждать обратное станет все труднее и труднее. Даже в домашней обстановке каждый, у кого есть холодильник, видит, что потребляемая из сети электроэнергия идет не в охлаждаемую камеру (в этом случае камера не охлаждалась бы, а нагревалась), а преобразуется в конечном счете в тепло, и только в тепло. Тепло, отнятое от холодильной камеры, выделяется, как известно, за пределы холодильника. Делившаяся дополнительная энергия затем вновь возвращается через теплопередачу стенок в холодильную камеру, и вот вам первый круговорот энергии, организованный человеком. Пройдут годы, и из маленькой искры надежды возгорится настоящее пламя в буквальном смысле этого слова за счет энергии окружающей среды.

Коллега А. Ну что ж, время покажет, кто прав.

Коллега Б. Да тут и ждать-то осталось очень недолго.

Коллега А. Что ты имеешь в виду?

Коллега Б. А разве энергетический кризис, уже проявивший себя во многих странах, не вынудит человечество искать новые источники энергии? Вынудит, очень скоро вынудит.

Коллега А. Да, это верно, что запасы ископаемого топлива не неисчерпаемы. Но есть еще надежда на ядерное и термоядерное топливо.

Коллега Б. Что касается ядерного топлива, то запасы его тоже не бесконечны, а о широком использовании термоядерного топлива надо еще очень много и крепко подумать.

Коллега А. Я уверен, что со временем будут найдены вполне эффективные средства защиты от вредного влияния излучений таких источников.

Коллега Б. Вот то-то и оно, что здесь есть еще и другие проблемы. А самое главное состоит в том, что неизбежное повышение радиации и все живое — это две совершенно несовместимые субстанции.

Коллега А. Отчаиваться не надо. Ты же сам как-то приводил слова Циолковского о том, что человечество и в этом случае все-таки извернется.

Коллега Б. Да, извернется. И уже вот-вот наступит момент, когда надо будет начать изворачиваться.

Коллега А. Что ты имеешь в виду?

Коллега Б. А взять хотя бы мнения наиболее крупных физиков нашего времени. У тебя, я думаю, нет сомнений в компетентности академика Ландау?

Коллега А. Ну еще бы! Это широкоизвестная и незаурядная личность в науке нашего времени.

Коллега Б. А я когда-то учился вместе с ним, мы с ним однокашники по институту.

Коллега А. Ну и что же?

Коллега Б. А то, что он, будучи уже академиком, в одной из своих работ писал: «Наше существование ни в какой степени не оправдывает невообразимо малую вероятность флуктуаций, приведших к образованию Вселенной в современном виде. Таким образом, противоречие остается в полной силе. Это указывает на то, что основные представления о пространстве и времени, а также основные законы, которые мы до сих пор считали неизблемыми, в чем-то нехороши. Где-то в фундамент науки надо внести поправки».

Коллега А. И что же ты думаешь?

Коллега Б. Я думаю, что важную роль в разрешении этой проблемы должны будут сыграть физика электрона и кибернетика. Кибернетика сформировалась как самостоятельная наука именно благодаря тому, что было открыто единство процессов управления, где бы они ни происходили, ибо все они характеризуются точной количественной мерой — уменьшением энтропии. Это очень важный вывод, и он должен быть взят на вооружение.

Большое значение будут иметь также термохимические элементы и новые методы интроскопии, которая в конечном счете позволит наблюдать движение электронов внутри проводящих тел. Но все это только этапы трудного пути. Реальные же средства разрешения проблемы будут найдены только при планомерной, целеустремленной и широко поставленной работе.

Старое никогда добровольно не сдает своих позиций. Об этом ярко пишет академик Н. П. Дубинин в своей замечательной книге «Вечное движение», в 1975 г. вышедшей вторым изданием в издательстве «Политическая литература». Здесь мы читаем: «Идейная борьба сопутствует любому процессу рождения нового, и чем значительнее это новое, тем больше накал этой борьбы, ибо в это время особенно велико влияние противостоящих друг другу социальных и идеологических сил, характеров и стремлений людей».

Общеизвестно, что гены, науке о которых посвятил свою жизнь Н. П. Дубинин, — это основа основ всей живой материи. А электрон, электроны? Это тоже одна из важнейших основ всех межатомных и межмолекулярных взаимосвязей, в том числе и в живой клетке.

Наш разговор, вероятно, можно закончить такими словами: кто хочет что-либо решить, тот ищет пути решения, а кто не хочет, тот ищет причины, оправдывающие его нежелание заниматься проблемой.

Мы неустанно будем искать пути решения проблемы. Она актуальна и своевременна, она несет с собой важнейший элемент техники коммунизма, и решение ее нельзя откладывать на долгие годы.

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	3
Предисловие	6
Жизнь начиналась так	12
Без мечты никто не живет	22
Первые шаги на самостоятельной дороге	36
История одного открытия	52
Незабываемые встречи	92
Пять принципов	120
Его величество факт	151
Вступаем в новый, невидимый мир	177
Жизнь ставит свои вопросы	206
Навстречу девятому валу	240
Диалог ученых собеседников	286

ИБ № 2204

Павел Кондратьевич Ощепков

ЖИЗНЬ И МЕЧТА

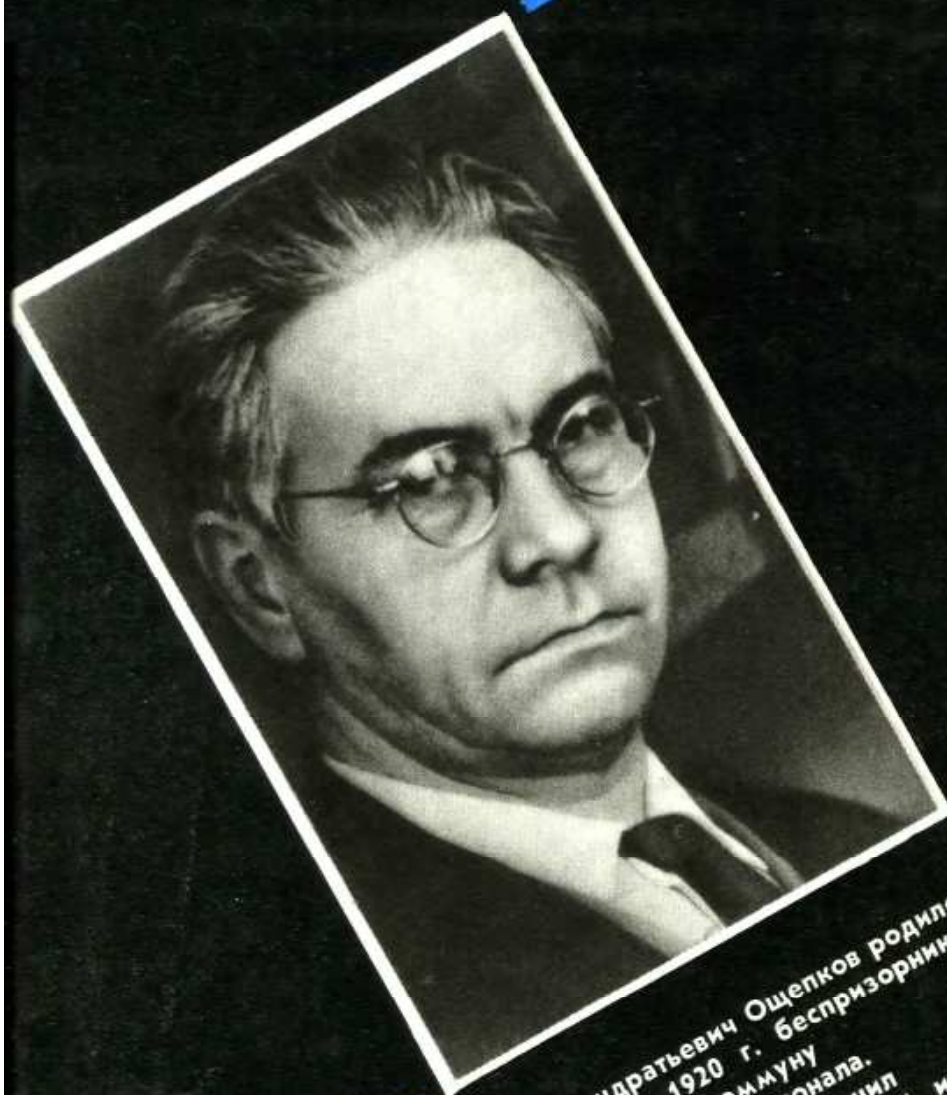
4 - е издание

Заведующий редакцией *М. Тесленко*. Редактор *И. Геника*. Художник *Е. Никитин*. Фото *А. Лесса*, *Г. Дмитриева*. Художественный редактор *А. Яцкевич*. Технические редакторы *Л. Маракасова*, *Л. Беседина*. Корректоры *Е. Корогаева*, *М. Семочкина*, *Т. Семочкина*

Сдано в набор 09.06.83. Подписано к печати 04.11.83. Л97243. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 17,64. Усл. кр.-отг. 19,32. Уч.-изд. л. 18,01. Тираж 50 000 экз. Заказ 3516. Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Московский рабочий», 101854, ГСП. Москва, Центр, Чистопрудный бульвар, 8.

Ордена Ленина типография «Красный пролетарий», 103473, Москва, И-473, Краснопролетарская, 16.



Павел Кондратьевич Ощепков родился в 1908 г. В 1920 г. беспризорником попал в школу-коммуна имени III Интернационала.

В 1931 г. досрочно окончил Московский энергетический институт. В 1954 г. за заслуги перед отечественной наукой П. К. Ощепкову присуждены степени кандидата и доктора технических наук без защиты диссертаций.

Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор. Изобретатель РСФСР, почетно-технических обществ, научный гражданин города Оханска.

В настоящее время П. К. Ощепков руководит общественным Институтом энергетической инверсии.