

О ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ В ВЫСШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ *

Курс физики в высших технических учебных заведениях нуждается в радикальной перестройке.

Часто рассматривают физику только как общеобразовательный предмет, расширяющий кругозор будущего инженера и знакомящий его с достижениями передовой науки.

Такая установка неправильна, в особенности на том этапе перехода от социализма к коммунизму, в который вступила наша Родина. Физика — основа технического прогресса, физика — резервуар, откуда черпают новые технические идеи, — и новая технология. На определенной стадии своего развития физические исследования перерастают в крупнейшие достижения техники.

Явления люминесценции долго составляли отдельный участок физики. Затем они начали использоваться в технике вместе с катодными осциллографами и с задачей телевидения. Когда КПД превращения свечения одного спектрального состава в другой достиг значений, близких 80—90 %, появились флюоресцентные лампы, в 2—3 раза снизившие расход электроэнергии и давшие дневной свет. Инженер-светотехник должен освоить процессы люминесценции.

Изучение полупроводников было делом «чистой физики», областью применения квантовой механики. Твердые выпрямители переменного тока оказались первым техническим выходом полупроводников. За ними последовали фотоэлементы и фотосопротивления как неотъемлемый элемент всех видов сигнализации и автоматики.

Полупроводники совершенно изменили состояние вопроса о непосредственном превращении тепловой энергии в электрическую; вместо КПД порядка нескольких сотых и десятых процента для металлических термоэлементов полупроводниковые термобатареи дают несколько процентов и могут уже служить генераторами электроэнергии.

Еще большее значение должны получить в ближайшие годы усилители радиочастоты из полупроводников наряду с электровакuumными приборами.

* Статья опубликована: Вест. высш. школы, 1951, № 10, с. 16—20.

Радиоинженер, который во времена Попова имел дело с искрой, перешел к поющей дуге, а затем к электронно-вакуумным приборам. Сейчас ему придется разбираться в квантовых уровнях электронов в полупроводнике.

Общеизвестно значение физики атомного ядра, открывшей новые, небывалые по мощности источники энергии.

Физика вместе с химией создает усовершенствованную резину и пластмассы, новые виды изоляции и магнитных материалов. Новые возможности открывает электронный микроскоп, катодный осциллограф, электронно-лучевые приборы телевидения.

В условиях социалистического сельского хозяйства возникает и уже начинает разрешаться проблема овладения микроклиматом — изменением в благоприятную для растения сторону условий тепла, света и влаги.

Прогресс химических производств, топлива, двигателей, механической технологии, транспорта и связи во все большей степени обуславливается внедрением в технику достижений современной физики.

От физической лаборатории к производству развиваются такие разделы техники, как вакуумная, изоляционная, осветительная и многие другие. Автоматика, телеуправление, контроль качества продукции непрерывно черпают из физических лабораторий свои приемы и аппараты. Достаточно напомнить о внедрении в заводскую практику фотосопротивлений, термосопротивлений, спектрального и рентгеновского анализа, ультразвуковой и магнитной дефектоскопии, интерференционных методов оценки точности изготовления металлических изделий.

В этих условиях высшая школа должна обеспечить будущему инженеру не только знание современного производства и его технологии, но и вооружить его таким знанием физики (в особенности областей, ближайших к его специальности), которое позволило бы вносить в производство новые, более прогрессивные методы, когда они созреют для техники. Отсюда следует, что курс физики не должен быть узкоспециализированным, ориентированным только на существующие методы производства.

Современная техника использует самые разнообразные материалы, начиная от специальных сталей и цветных сплавов, пластмасс и керамики до полупроводников, стекол, люминесцентных составов. Инженер обязан знать их специфику, понимать, какие силы обеспечивают твердость

и прочность стали, пластичность резины, хрупкость стекла, пластичность глины и метилметакрилата, что связывает кирпич, дерево, цемент. А для этого он должен понимать механизм молекулярных сил, знать их разнообразные проявления и уметь ими пользоваться. Инженеру нужно знать, как хрупкие материалы становятся пластичными, чем отличается релаксационная деформация пластмасс от упругости металла.

А наши учебники вместо всей этой обширной и крайне нужной инженеру главы физики кратко знакомят студентов с кристаллической решеткой каменной соли.

Высшая школа обязана вооружить инженера ясным пониманием физических процессов, на которых строится производство, и достаточно широким кругозором, чтобы он мог подыскивать в богатом арсенале физики нужные для своих целей средства. Для этого курс физики должен давать не разрозненные сведения, а стройную систему знаний, проникнутую диалектическим материализмом. Как и курс марксизма-ленинизма, курс физики должен формировать мировоззрение инженера.

Вышедший из советской школы инженер призван быть деятелем передовой науки как одного из средств борьбы за коммунизм. Он должен понимать взаимосвязь науки и техники, их обусловленность развитием производительных сил и производственных отношений, диалектический путь их развития; видеть корни советской науки и техники в наследии великих ученых и изобретателей дореволюционной России — Ломоносова, Лобачевского, Менделеева, Попова, Лодыгина и др.; ясно представлять себе значение советской науки, ее коренное отличие от дореволюционной и зарубежной; хорошо знать о ее достижениях.

Физика, как учение о строении, свойствах и явлениях природы, должна входить в состав вооружения любого специалиста. Но нельзя преподавать одну и ту же физику — физику «вообще» — металлургу и электрику, врачу и агроному. Такое преподавание и делает физику только общеобразовательным предметом, тогда как она призвана также обогащать и углублять специальное образование. Для агронома физика — это основа агротехники, светофизиологии, для врача — биофизики. Электрику физика (а не курс электротехники) должна дать основанное на квантовой механике учение об электронах в вакууме, в газах, в металлах, полупроводниках и изоляторах —

понимание механизма намагничивания и сегнетоэлектричества. Металлургу и теплотехнику необходима молекулярная физика, статистическая термодинамика и т. п.

Давно пора отказаться от практики такого преподавания физики, которое плохо и в общем виде излагает то, что потом подробно и конкретно студент узнает из специальных курсов. С другой стороны, нельзя в преподавании технических дисциплин игнорировать научно обоснованные знания, уже приобретенные студентом в курсе физики, и сводить технику к совокупности практических правил и рецептов.

Преподавание физики и технических дисциплин должно быть четко согласовано по каждому типу вузов.

Курс механики не может ограничиваться учением о решении дифференциальных уравнений первого порядка, здесь должна найти место физическая картина движения. Курс сопротивления материалов должен строиться на данных физики о процессах упругости, пластичности и разрушения технических материалов, об их структуре.

Таким образом, важнейшие задачи перестройки курса физики во вузах (оставляя в стороне вопросы методики преподавания) сводятся к следующим требованиям:

1. Первое условие, необходимое для того, чтобы физика заняла достойное место в высшей школе, — это научно-исследовательская работа кафедры, связанная со спецификой вуза. Такая направленность тематики на деле покажет значение физики для вузов, вызовет повышенный интерес и участие студенчества в жизни кафедры и будет способствовать подъему уровня физических знаний среди представителей технических кафедр.

Каждая кафедра физики должна иметь определенное лицо, создать в своей области научную школу, которая, несомненно, привлечет как физиков, так и оканчивающих данный вуз студентов. Естественно, что такая кафедра физики должна иметь возможность воспитывать аспирантов из числа оканчивающих институт и получать необходимое для научной работы оборудование.

2. Преподавание физики должно быть основным элементом технического, а не только общего образования. Поэтому курс и учебник физики нужно приспособить к профилю вуза.

Необходимо создать 5—6 различных учебников для важнейших типов вузов. Инженерная направленность об-

щего курса физики должна выразиться в особом внимании к вопросам преобразования энергии, технических материалов, методов контроля и измерений, автоматике.

3. Курсы физики и технической термодинамики необходимо согласовать, обеспечив широкое освещение в них вопросов энергетики, понимания свободной энергии, роли необратимых процессов, места энергии атомного ядра.

Учение о колебаниях — как линейных, так и нелинейных — распределяется между курсами физики и теоретической механики.

В общем курсе физики необходимо уделить достаточное место тем разделам, которые связаны с наиболее прогрессивными направлениями техники: радио, полупроводники, пластмассы, электроника, люминесценция и, разумеется, атомное ядро.

С другой стороны, следует покончить с высокомерным отношением к средней школе: знание важных для втуза элементарных законов должно обеспечиваться четкими требованиями на вступительных экзаменах и в физическом практикуме. Нет надобности загружать этим материалом лекционное преподавание.

Изложение тех глав курса физики, которые связаны с профилем втуза, нужно согласовать с техническими кафедрами: курс физики должен дать все сведения, необходимые для понимания производственных процессов, но не излагать плохо и без знания дела то, что потом будет сообщаться студентам крупным специалистом.

В одних втузах студенты получают серьезные знания электротехники и радиотехники, в других эти дисциплины полностью отсутствуют. Ясно, что при изложении учения об электричестве нельзя не считаться с этим различием. Всякий инженер обязан знать принцип построения электрических сетей, машин и радио; при отсутствии в программе втуза соответственных специальных предметов эта задача ложится на курс физики.

В одних втузах профессора строят изложение технических предметов на основе физики производственных процессов — для них курс физики должен обеспечить прочную базу физических знаний, в других техника излагается как описание машин, а технология — как рецептура. Неплохо будет, если в курсе физики студент получит ясное представление о процессах, на которых строится производство, о свойствах применяемых мате-

риалов и о механизме явлений, протекающих на производстве.

4. Помимо общего курса физики, на первых годах обучения необходимо в большинстве вузов ввести обязательный специальный курс на 4-м году в объеме 30—40 ч (в зависимости от типа вуза). Содержание этих лекций следует строго согласовать с задачами данного вуза и с тематикой исследовательских работ кафедры физики. Можно надеяться, что такие лекции будут посещаться не только студентами, но и преподавателями, что повысит их интерес и знания в вопросах физики.

Основным видом обучения является, конечно, лекционное преподавание. Курс лекций должен дать стройную систему физических знаний, доводя ее до достигнутых в данное время пределов.

Как ни непривычны для окончившего среднюю школу идеи квантовой механики, статистической физики и теории относительности, они должны войти в состав программного курса. Без этого физика потеряет свое значение и как одна из основ передового мировоззрения, и как источник знаний о наиболее прогрессивных направлениях научной мысли — об энергии атомного ядра, об электронике, о полупроводниках, о химической физике и о многочисленных других достижениях современной науки и техники.

Трудности начального преподавания новейшей физики значительно облегчаются, если в основу изложения положить экспериментальные факты, выявить кажущиеся противоречия между ними и изложить теорию как их синтез и обобщение.

Факты новой физики несколько не сложнее прежних, они неизбежно ведут к новым идеям. Усвоению их помогает общеподготовительная подготовка студентов.

Совершенно неприемлемо обычное положение, когда атомная и ядерная физика излагается наспех в конце «под занавес», без внимательного рассмотрения их конкретных проявлений в природе, в лабораторном эксперименте и в технике.

Ни в каком случае нельзя допускать догматического изложения курса физики как законченной дисциплины. Студент должен постоянно чувствовать, что законы и теории физики неравнозначны всему богатству и разнообразию опыта. Физика должна быть показана в своем развитии как последовательное раскрытие богатства внеш-

него мира, ведущее к синтезу тех свойств его, которые кажутся противоположными, идущее по путям, сформулированным философией диалектического материализма.

Курс физики необходимо обязательно согласовать как с программой диалектического и исторического материализма, так и с содержанием курсов механики и химии, сопротивления материалов и технической термодинамики и других технических дисциплин.

Лекционные демонстрации имеют особенно большое значение для технических вузов. Наблюдая на лекции данное явление, студент получает правильные представления о течении процесса и его масштабе. Он видит, например, что хотя законы Кулона для электрических зарядов и магнитных масс выражаются одинаковыми формулами, их масштабы резко различны: в одном случае это бузиновые шарики и кусочки бумаги, в другом — большие железные массы. Он сразу поймет различие технического значения электромагнитных и электростатических машин. Студент наглядно убеждается в том, как различны скорость процессов диффузии, внутреннее трение и теплопроводность в газах, жидкостях и твердых телах.

Лабораторные занятия призваны не только помогать конкретному усвоению курса и прививать необходимые навыки, но и научить студента выбору измерительных и контрольных приборов, оценке точности измерений и полученного на их основе численного результата. А для этой цели физический практикум должен быть обеспечен измерительными приборами, применяемыми на производстве и в ОТК заводов.

Желательно, чтобы измерения в физической лаборатории производились на объектах, взятых на производстве. Спектральный анализ в металлургических и машиностроительных вузах следует изучать на металлах стилоскопами академика Г. С. Ландсберга, а в химических — на солях. Интерференцию необходимо применять к заводским измерениям по методу академика В. П. Линника.

Физическая лаборатория не может не учитывать получающих все более широкое распространение радиотехнических методов. Разумеется, в лаборатории должна иметься соответствующая аппаратура.

Расчетные упражнения по курсу физики следует вести на техническом материале, соответствующем профилю данного вуза. Для того чтобы разбираемые на упражне-

ниях задачи отвечали на реальные вопросы производства, желательно, чтобы среди руководителей упражнениями были молодые сотрудники технических кафедр. Такой вид связи кафедры физики с ведущими техническими кафедрами втуза полезен еще потому, что он повысит квалификацию преподавателей специальных дисциплин в области физики.

Наконец, не следует выпускать из виду и производственную практику студентов, их экскурсии на заводы. Здесь студент должен научиться наблюдению физических процессов в производственных условиях. Полезно рассматривать такие вопросы на упражнениях и использовать этот материал в специальном курсе технической физики.

ПИСЬМО В ОФМН АН СССР ПО ПОВОДУ УЧЕБНОГО ПЛАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ*

6 августа 1952 г.

В ответ на Ваше письмо от 12 июля за № 101 сообщаю свои замечания по учебному плану физического факультета МГУ.

Основные установки, изложенные в объяснительной записке, следует всячески приветствовать, так же как и повышение роли дипломной работы, лабораторных работ, семинаров, математического практикума, ремесленного практикума.

Неоправданным мне кажется удлинение срока обучения до 5.5 лет. Я бы считал 5 лет максимально допустимым сроком, а задачей плана — наиболее целесообразное использование этого времени.

Самым существенным недостатком плана я считаю почти полное пренебрежение проблемой строения вещества и чрезмерный упор на математические методы его изучения.

На математику и теоретическую физику план отводит 1500 ч, на химию же — 34 ч лекций, а знакомство с кри-

* Письмо опубликовано в кн.: Научно-организационная деятельность академика А. Ф. Иоффе. Л.: Наука, 1980, с. 295, 296.