

Тарасов Василий Евгеньевич

О КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2011/11/23.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2011. № 11 (54). С. 70-73. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2011/11/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Список литературы

1. Бутов А. С., Гаскаров Д. В., Егоров А. Н., Крупенина Н. В. Транспортные системы: моделирование и управление. СПб.: Судостроение, 2001. 552 с.
2. Лившиц В. В. Математическая модель случайно-детерминированного выбора и ее применение для расчета трудовых корреспонденций // Автоматизация процессов градостроительного проектирования: сборник. М.: ЦНИИП градостроительства, 1973. С. 39-57.
3. Малинецкий Г. Г., Степанцов М. Е. Дискретная математическая модель динамического развития транспортной сети // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2009. Т. 49. № 9. С. 1565-1570.
4. Попков Ю. С. и др. Системный анализ и проблемы развития городов. М., 1983.

УДК 53

*Василий Евгеньевич Тарасов**Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова**Московский авиационный институт (технический университет)*О КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ[©]

Одной из проблем, возникших в настоящее время перед техническими университетами, является проблема обучения основам физики студентов младших курсов. Наряду с тем, что теперь преподавателям приходится вносить изменения в курс общей физики, в связи созданием учебных программ для бакалавриата, заменяющего специалитет, все чаще проявляется неудовлетворенность содержанием программ по этому курсу. Кроме того, современные достижения в физике создают настоятельную необходимость в пересмотре учебных программ по курсу общей физики. Помимо этого у автора были и дополнительные мотивы взяться за написание данной статьи. Во-первых, еще в студенческие годы возникло недовольство традиционным содержанием курса общей физики, вызванное тем, что фундаментальные понятия и законы утопали в море приложений и несвязанном наборе фактов. Во-вторых, это недовольство стало усиливаться, когда, помимо научно-исследовательской работы, приступил к преподаванию курса общей физики. При работе со студентами возникал некоторый внутренний дискомфорт и неудовлетворенность от того, чему их приходилось учить. Это породило желание понять причины этой неудовлетворенности, сформулировав их на бумаге, прежде всего для себя. Хотелось также найти возможные способы и пути устранения выявленных недостатков. Надежда на то, что изменения в учебной программе по курсу общей физики помогут избавиться от выявленных недостатков и создаст условия для их исправления, были главным стимулом при оформлении данных заметок. Другими словами, заметки писались, прежде всего, для себя, но с надеждой, что они могут пригодиться и другим.

Далее в статье формулируются общие замечания к традиционному изложению курса общей физики и предлагаются некоторые изменения в методах формирования этого курса.

О курсе общей физики

Под «общей физикой» подразумевается учебная дисциплина, в которой должны излагаться общие основы для всех физических наук и наук, использующих физику. Именно общие основы, то есть фундаментальные физические теории, всеобщие понятия и законы. Курс общей физики должен быть основан на том общем, что объединяет все физические теории. Включение в курс общей физики разделов прикладной физики необоснованно, ибо тогда в данный курс следует включить разделы технической физики, биофизики, астрофизики, геофизики, и еще кучу всего интересного и важного, но не являющегося общим и фундаментальным. Кроме этого, большая прикладная составляющая курса общей физики дает специальным кафедрам технических университетов законное право отбирать у кафедр физики часы, которые отведены для курса общей физики.

Кратко перечислим предлагаемые изменения в курсе общей физики.

1. Из курса общей физики следует исключить разделы, относящиеся к прикладной физике и не являющиеся частью основных фундаментальных теорий. Изучение прикладной физики (физики лазеров, физика полупроводников, термоэлектрические и контактные явления и так далее и тому подобное) более логично в рамках спецкурсов, в которых изучаются соответствующие направления науки и техники. В курсе общей физики следует больше внимания уделить фундаментальным физическим теориям, чтобы заложить хороший фундамент для изучения прикладных наук.

2. Рассмотрение примеров физических систем и устройств (гармонического осциллятора, маятника, ротатора, барьерные задачи, изопроцессы, линзы, интерферометры, лазеры, трансформаторы, диоды, тепловые двигатели, и т.д.) и методов решения уравнений движения таких систем, следует перенести из лекционного курса на практические занятия, компьютерные лабораторные работы, коллоквиумы и семинарские занятия. Именно их (но не только) следует разбирать в пособиях по практическому курсу физики, в разделах

«примеры решения задач». Это позволит в лекционном курсе сосредоточить внимание на фундаментальных аспектах теории.

3. Следует исключить использование на практических занятиях задач требующих продолжительных аналитических и алгебраических преобразований, перенеся решение таких задач на компьютерные математические системы *Maple*, *Mathematica*, *MathCad*.

Фундаментальное и прикладное в курсе общей физики

В курсе общей физики главное внимание следует уделить основным понятиям и законам фундаментальных физических теорий. Очевидно, что существует множество общих (но не фундаментальных) теорий, которые могли бы быть полезны студентам в дальнейшем. К ним следует отнести теорию волн, теорию колебаний, теорию устойчивости, теорию бифуркаций и катастроф, нелинейную динамику, синергетику, теорию возмущений, теорию флуктуаций, теорию стохастических процессов, и так далее. Они являются общими в силу общности математического аппарата в различных областях физики. (При этом физическая часть этих теорий не эквивалентна математической, так как, как минимум, может быть проверена в физических экспериментах. Теорию стохастических процессов нельзя считать только разделом курса теории вероятностей, точно также как теория колебаний нельзя считать разделом курса дифференциальных уравнений). Однако для краткого изложения основных элементов всех этих теорий не хватит курса общей физики, либо он превратится в собрание (перечисление) теорий: «одна лекция - одна теория». Если поставить цель создания максимальной эрудиции в море физических теорий и, прежде всего, объяснять взаимосвязь каждой теории с другими теориями, показывать место данной теории в системе физических наук, то в этом есть свой резон. Такой взгляд на преподавание физики имеет право на существование, и был бы очень полезен. Он позволил бы студентам физических и технических специальностей относительно свободно ориентироваться в море современных физических теорий. При этом такой курс правильнее было бы назвать «Физические теории» и можно было бы воспользоваться для него принципом «одна лекция - одна теория». Однако это может привести к тому, что студенты не будут нормально знать ни одной из излагаемых физических теорий, если данный курс заменит курс «общей физики». Курс «Физические теории» был бы полезен лишь в дополнение к курсу общей физики и после него, а не вместо него.

К сожалению, из курса общей физики пытаются иногда сделать даже не собрание теорий, а собрание фактов, явлений и эффектов, и вырванных даже не из общих физических теорий, а из частных, прикладных или устаревших теорий. По моему мнению, большинство студентов, включая и отличников, не имеют достаточно хорошего понимания даже в основных понятиях и законах фундаментальных физических теорий. И в этом не только их вина - так построена программа курса.

Из-за неполного и сжатого изложения основ фундаментальных физических теорий, не только у студентов, но и у преподавателей, и у авторов учебников давно наблюдается путаница с базовыми понятиями и законами. Например, отождествляются изолированные и замкнутые механические системы; не различаются глобально потенциальные и локально потенциальные силы в механике и поля в электродинамике; не упоминаются необходимые и достаточные условия сохранения импульса, момента импульса, энергии; путаются векторные и псевдовекторные физические величины; утверждается, что статистическая механика описывает только многочастичные системы; считают, что масса релятивистской частицы зависит от скорости. Данный список можно было бы расширить до отдельной книги [1-5].

Не следует пытаться охватить все и объять необъятное в рамках курсе общей физики. Следует несколько ограничить широту охвата материала в курсе общей физики, и, тем более, если он является единственным общеобязательным курсом по физике. Поскольку в технических университетах нет обязательного курса теоретической физики, то следует ограничиться только фундаментальными физическими теориями. Нужно безжалостно исключить материал, не являющийся фундаментальным (относящийся к прикладным наукам) или уже устаревший материал. Студентам технических вузов часто читаются те или иные курсы по прикладным и техническим наукам, в которых прикладные физические теории рассматриваются и используются. Однако фундаментальные аспекты физики они уже никогда не будут изучать! Поэтому следует ограничиться лишь фундаментальными физическими теориями и создать хороший базис из современных фундаментальных представлений, понятий и законов, которые позволят изучать прикладные науки в дальнейшем. Представляется такой подход особенно обоснованным для высших технических учебных заведений, которые переименовали себя в университеты и стремятся соответствовать такому названию. Кроме того, ограничение фундаментальными физическими теориями позволяет реализовать курс общей физики как единую дисциплину, как целостную научную систему, а не набор разрозненных фактов, возможно необходимых для прикладных наук.

Историческая логика в курсе общей физики

Сделаем несколько замечаний относительно материала из курса общей физики, который выше был назван устаревшим. Приведенные замечания были проиллюстрированы в статье [5] примерами из раздела «квантовая физика».

В курсе общей физике часто пытаются следовать некоторой исторической логике. Цель такого подхода, видимо, сделать более понятным причины возникновения тех или иных теорий и тем самым облегчить понимание их сути. К сожалению, при этом обычно достигается обратный эффект.

а) Часто, при изложении этой логики, отвлекаются на различные аспекты излагаемых моделей, эффектов и теорий, которые не имеют никакого отношения к выстраиваемой логической цепочке, ни к фундаментальным теориям.

б) Симуляция исторической логики в курсе общей физики содержит огромные провалы важнейших элементов этой логики. Более того, изложение часто обрывается в самом неподходящем месте - до формирования основных, современных понятий и представлений. Это тоже во многом является причиной того, что историческая логика не помогает, а мешает пониманию физических теорий. Более того, даже среди преподавателей бытуют представления, что классическая механика перестала развиваться 300 или 200 лет назад, статистическая механика и квантовая механика - полностью сформировалась 80 лет назад.

в) Излагаемые теории или представления, уже ушедшие в историю, часто приводят к неправильному пониманию студентами существа физических явлений и процессов. Они создают иллюзию того, что именно эти гипотезы и представления являются важнейшей частью и основным элементом современных теорий.

г) Кроме того, академические часы, затраченные на большие исторические пояснения и устаревшие теории, часто превышают часы, отведенные на изложение основных понятий и законов современных фундаментальных теорий, ради которых и пускаются в историческое плавание.

д) Иногда считают, что те гипотезы и представления, которые используются в исторической логике, проще и нагляднее. Это большое заблуждение. Во-первых, наглядность, приводящая к неправильному пониманию, не нужна. Во-вторых, большая часть современных представлений проще и нагляднее их исторических предшественников.

Не следует симулировать историческую логику в курсе общей физики. Не следует идти всеми лабиринтами исторической логики науки, чтобы понять современные представления. Это не всегда облегчает понимание того, что пытаются сделать более понятным, а усложняет понимание основ и удлиняет путь к нему.

Представляется идеальным, если курс общей физики заложит основы фундаментальных физических теорий и создаст мощный базис из современных фундаментальных представлений, понятий и законов. Отметим, что неслучайно курс истории физики на физических факультетах классических университетов обычно читается после курса теоретической физики.

Логика перебора в курсе общей физики

Часто пытаются построить разделы в общей физике по принципу перебора физических систем: атом, молекула, твердое тело, идеальный газ, атомное ядро, элементарные частицы.

Изучение физики по объектам приложения не совсем правильное. Во-первых, сразу видно, что обычно в цепочке отсутствуют жидкость, плазма, планеты, звезды, галактики, нет биофизики и геофизики, астрофизики и так далее. Во-вторых, следует сначала изучить фундаментальные законы, а затем изучать области их приложения. Изучение областей применений без изучения фундаментальных законов очень странно. Например, изучение молекулярной физики, вместо статистической механики ограничивает область применения только атомами и молекулами. При этом из рассмотрения выпадают статистическая механика для таких частиц, как ионы, протоны, электроны, фотоны, фононы и другие квазичастицы. Применение законов равновесной и неравновесной статистической механики может быть проиллюстрировано для газа электронов, что позволяет объяснить теорию электропроводности, для газа фононов - теорию теплоемкости, для газа фотонов - квантовую оптику. При этом не нужно излагать давно устаревшую молекулярно-кинетическую теорию, которую в современной физике заменили физическая кинетика и статистическая механика.

Логичнее сначала изучить основные законы и понятия, а затем рассмотреть их применение. При этом важно акцент делать на том, как работают основные законы, а не на перечислении какого-либо набора свойств, описываемых физическими системами. Поэтому, например, квантовую оптику следует изучать после квантовой статистики, а не до квантовой механики. Физику атомов и молекул только после элементов квантовой теории многих частиц и квантовой статистики.

В курсе общей физики фундаментальные законы излагаются в разделах, посвященных классической и квантовой механике, статистической механике и квантовой статистике, теории электромагнитного поля (обычно обзываемой «Электричество и магнетизм»), теории элементарных частиц. Применение понятий и законов, например квантовой механики и квантовой статистики, следует рассматривать в разделах по физике атомов, молекул, атомных ядер, твердых тел, квантовой оптике. Эти разделы необходимы лишь в той мере, в какой они иллюстрируют основные физические законы фундаментальных теорий, а не сами по себе. И уж подавно они не нужны как набор фактов и свойств, подкрепленный устаревшими представлениями.

О примерах и задачах в курсе общей физики

Рассмотрение различных примеров тех или иных физических систем, и соответствующих уравнений следует перенести из лекционного (теоретического) курса на практические занятия и семинары. Это позволит существенно разгрузить курс лекций. Даст возможность посвятить освободившееся время последовательному изложению базовых теорий теории. Например, следует убрать из лекционной части курса, в механике - маятники; в термодинамике - изопроцессы и тепловые двигатели; в электродинамике - трансформаторы, конденсаторы, резисторы, индуктивности, дифракционные решетки, линзы и призмы; в квантовой механике - гармонический осциллятор, потенциальные ямы и, так называемые, барьерные задачи, и еще многое другое.

Конкретные физические системы обычно приводятся в лекционном курсе для того, чтобы показать, как применяются и реализуются общие законы на конкретных физических системах, в реальных физических явлениях и процессах. Именно этому и должны быть посвящены практические занятия и семинары. Именно эти

задачи должны разбираться в качестве примеров в пособиях по практическому курсу физики. Не следует их размещать в пособиях, посвященных только теоретической (лекционной) части курса. В лекциях значительно больше внимания следует уделять основным понятиям и законам фундаментальных физических теорий.

Курс общей физики тем самым делится на взаимодополняющие части: (1) лекции - основы теорий - теоретические вопросы билетов; (2) практические занятия (семинары) - методы и примеры решения основных задач - обязательные экзаменационные задачи; (3) лабораторные работы - экспериментальные и прикладные разделы.

При описании физических теорий желательно указывать с одной стороны общие элементы, (например, понятия состояния, наблюдаемой, среднего значения, уравнения движения, и др.), а с другой - отличия в структурах этих теории. Желательно в курсе лекций различать основы теории и методы, используемые в данной теории. При этом изучение методов может быть перенесено на семинары и практические занятия.

О вычислениях в курсе общей физики

В рамках практических и лабораторных занятий в курсе общей физики надо существенно расширить применение универсальных систем компьютерной математики, таких как *Maple*, *Mathematica*, *MathCad*, позволяющих решать задачи не только численно, но и аналитически. В настоящее время практически любую задачу по физике, которая допускает формулировку в математическом виде, можно решить, используя системы символьной математики.

Калькуляторы уже давно вытеснили таблицы Брадиса и логарифмические линейки. Теперь компьютерные системы *Maple*, *Mathematica* и *MATLAB* активно вытесняют таблицы интегралов и справочники по дифференциальным уравнениям и специальным функциям.

Проведение рутинных преобразований чернильной ручкой и построение графиков и рисунков карандашом, циркулем и линейкой уходит в прошлое благодаря универсальным системам компьютерной математики (*Maple*, *Mathematica*). При этом большинство задач может быть решено в режиме прямого диалога с компьютерной системой, без использования каких-либо иных средств программирования! Для решения огромного множества задач не требуется написания на языке программирования каких-либо программ, а вполне достаточно записать в компьютерной системе условие данной задачи в математическом виде.

Системы аналитических вычислений и компьютерной математики должны занять достойное место в процессе обучения общей физике по следующим причинам.

(1) Системы символьной математики являются мощным инструментом решения не только учебных, но и научных задач.

(2) При использовании системы внимание сосредотачивается на содержательной, а не на вычислительной стороне задачи или проблемы.

(3) Использование систем компьютерной математики не исключает изучение и освоение методов решения задач, а избавляет от ненужной рутины.

(4) Системы компьютерной математики позволяют графически визуализировать как сам процесс решения, так и полученное решение в виде двумерных и трехмерных графиков, анимационных и статических графиков, линий уровней, векторных полей, и т.д.

Следует существенно разгрузить вычислительную часть на практических занятиях и семинарах по курсу общей физики за счет активного привлечения систем аналитических вычислений (систем компьютерной математики). Это освободит время для разбора содержания решаемых задач. Позволит сосредоточиться на применимости тех или иных методов, и использованных предположениях. Избавит от утомительных и громоздких вычислений, или резко сократит затрачиваемое на это время. Создаст условия для приобретения навыков постановки задач и реализации их решения. Поможет качественно изменить уровень изучения физики. Более того, курс общей физики явно станет более привлекательным для многих студентов. Даже, если кафедра общей физики не имеет средств на приобретение компьютерных классов, следует воспользоваться тем, что многие студенты имеют компьютеры у себя дома. Для этого следует хотя бы поощрять студентов за использование систем компьютерной математики при решении задач.

Подводя итог, можно сделать вывод о необходимости существенное изменение программы курса общей физики в технических и классических университетах. Отметим, что некоторые изменения изложения курса общей физики были предприняты еще в советские годы. Во-первых, это три учебных пособия, объединенные названием «Курс физики» под редакцией Ю. М. Широкова. Во-вторых, пять учебных пособий А. Н. Матвеева, предназначенные для физических специальностей вузов.

Список литературы

1. **Базаров И. П.** Заблуждения и ошибки в термодинамике. 2-е изд. М.: Едиториал УРСС, 2003. 120 с.
2. **Борн М.** Непрерывность, детерминизм, реальность // Борн М. Размышления и воспоминания физика. М.: Наука, 1977. Раздел II.1. Классическое рассмотрение одномерного одночастичного газа. С. 162-187.
3. **Окунь Л. Б.** О письме Р. И. Храпко «Что есть масса?» // Успехи физических наук. 2000. Т. 170. С. 1366-1371.
4. **Ромер Р.** Что измеряют вольтметры? Закон Фарадея в многосвязной области // Физика за рубежом. Серия «Б». Преподавание / пер. с англ. М.: Мир, 1984. С. 79-94.
5. **Тарасов В. Е.** Квантовая механика в курсе общей физики // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2011. № 10 (53). С. 57-60.