



УДК 378.14, 530,1

## Использование «метода основных принципов» в преподавании общей физики в технических университетах нефизического профиля

*Александр Корсунский,*

кандидат физико-математических наук, доцент,

*Игорь Чернец,*

старший преподаватель,

Харьковский национальный университет  
строительства и архитектуры

*«... кажется вероятным, что большинство фундаментальных принципов в физической науке уже хорошо известны, что дальнейшее развитие будет состоять в корректном применении этих принципов ко всем явлениям, с которыми мы будем сталкиваться»*

*А.А. Майкельсон*

**Д**исциплина, которую принято называть «общей физикой», содержит огромную массу фактов, однако число действительно основных (фундаментальных) законов незначительно. Эти наиболее важные законы обычно довольно просто формулируются математически. После освоения этих основных законов весь остальной материал фактически без особого труда встает на свое место. Такой подход получил название «метод основных принципов» [1].

Настоящая работа представляет собой изложение варианта такого метода, а именно — применение его к преподаванию курса общей физики студентам технических университетов, будущая профессия которых непосредственно не связана с физикой.

К числу упомянутых выше основных законов физики, в первую очередь, относятся законы сохранения (энергии,

импульса, заряда и т.д.). Излагать эти законы желательно не в виде отдельных формальных положений, а на протяжении всего изучения курса общей физики. При этом целесообразно использовать два подхода. Один из них, который условно можно назвать «стратегическим», реализуется на лекциях. При рассмотрении различных законов физики (по крайней мере, важнейших) следует обязательно указывать на их связь с соответствующими законами сохранения. Например, основным закон классической динамики, первое начало термодинамики, правила Кирхгофа для разветвленных электрических цепей, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и т.д. просто являются следствиями применения законов сохранения к соответствующим физическим процессам. Целесообразно показывать, как использование законов сохранения приводило

физиков к открытиям (например, открытие нейтрино).

**В**торой подход, так называемый «тактический», применяется на практических занятиях. Для каждого раздела физики готовится хотя бы по одной задаче с использованием параллельных решений: в одном (желательно достаточно громоздком) применяются уравнения из соответствующих разделов физики, другое решение (как правило, весьма компактное) основано на применении законов сохранения. Эти параллельные решения способствуют изменению у студентов восприятия законов сохранения как некоторой абстракции, «придуманной» физиками для каких-то своих интересов. Кроме того, естественная идентичность результатов таких параллельных решений демонстрирует студентам надежную возможность проверки правильности решения той или иной задачи. Безусловно, при этом следует отметить, что, являясь самым надежным и удобным, метод решения задач с использованием законов сохранения, к сожалению, не всегда может быть применен, так как условия далеко не всех задач позволяют записать в конкретном виде ту или иную величину, входящую в соответствующий закон сохранения.

Заключительное занятие, или часть его, желательно посвятить именно законам сохранения как основе физических процессов и явлений, акцентируя внимание на то обстоятельство, что в современной физике не может быть ни одного закона, который бы противоречил законам сохранения.

Кроме фундаментальных законов знакомство с основными принципами предполагает изложение методов исследований, присущих именно физике.

К числу важнейших методов исследований, используемых в физике, безусловно, принадлежат и метод физической модели, и метод физического моделирования. При большом терминологическом сходстве эти два метода существенно отличаются.

*Первый* метод (физической модели) предполагает рассмотрение идеализированных явлений, систем или процессов, реально не существующих, но удобных для принципиального анализа (например, свободные незатухающие колебания, равновесные процессы в термодинамике, абсолютно черное тело и т.д.). Результаты такого анализа затем в конкретных ситуациях «адаптируются» к реальности введением определенных поправок. Этот метод физика использует при теоретических исследованиях систем и процессов. Применяемое в нем исключение из рассмотрения эффектов, дающих незначительный вклад в изучаемое явление, позволит при исследовании пользоваться удобным математическим аппаратом.

*Второй* метод (физического моделирования) состоит в замене реальных объектов или процессов на подобные реальные, отличающиеся пропорционально измененными параметрами, такими как размеры, масса, энергия, силы взаимодействия и т.д. Этим методом физика пользуется при экспериментальных исследованиях, в основном в механике (например, изучение механических свойств конструкций и сооружений), в термодинамике (процессы теплообмена), в электродинамике (различные электрические системы с меньшим, чем у реальных, числом элементов). Такой метод позволяет принципиально изучать системы или явления, существенно уменьшив временные и ресурсные затраты.

**Г** студентам технических университетов, изучающим физику, но специальности которых не являются физическими, нет необходимости вникать в различные тонкости этих методов, но иметь, по меньшей мере, информативное представление о них, безусловно, нужно.

В связи с этим целесообразно на первой же лекции после изложения целей и задач физики сформировать понятие идеализированной физической модели с последующим иллюстрированием этого понятия на двух примерах, знакомых студентам из курса физики для средней

школы: математический маятник и идеальный газ. На этих примерах следует показать, какая именно идеализация используется в каждой из этих моделей (нерастяжимая нить и не имеющая размеров масса в первой модели и газ с невзаимодействующими и не имеющими размеров частицами, его составляющими, — во второй), цель этих идеализаций и роль этих моделей в теории колебаний и термодинамике соответственно.

Такой поход дает возможность при последующем изложении различных разделов физики ограничиться для каждого из них только перечислением используемых в них моделей и их краткой характеристикой и особенностями.

Для изложения второго метода — физического моделирования — в самом начале курса нет достаточной иллюстративной опоры, базирующейся на курсе средней школы. Поэтому студентов удобнее знакомить с ним на протяжении всего курса в конкретных случаях (например, возможность изучения влияния нагрузки на проектируемые строительные объекты с использованием небольших макетов из легких прозрачных материалов, основываясь на явлении возникновения анизотропии в нагруженных изотропных материалах).

Отдельно остановимся на рассмотрении особенностей изложения одной из важнейших физических моделей — «материальной точки». Эта модель является первой, с которой знакомятся при изучении физики. Определение материальной точки дается в разделе «Механика» во всех учебниках и справочниках по физике, изданных в разное время в различных странах, например [2 — 6]. Однако, как показывает практика, если «первая часть» определения материальной точки — размер объекта много меньше размеров области, в которой рассматривается его движение — нормально воспринимается и остается в памяти изучающих физику, то вторая, не менее важная часть определения, как-то теряется.

Речь идет о том, что наряду с размерами объекта, не менее важным является наличие и характер собственного вращения объекта (или отсутствие такового).

По мнению авторов, для устранения указанного «пробела» в понимании целесообразно несколько раз на разных этапах изучения физики возвращаться к обсуждению понятия «материальная точка», акцентируя внимание при этом на двух моментах:

- наличие собственного вращения существенно влияет на возможность рассмотрения объекта как материальной точки;
- не всякое собственное вращение может препятствовать рассмотрению объекта как материальной точки.

К первому моменту удобно вернуться после изучения динамики вращательного движения и проиллюстрировать его на примере двух абсолютно одинаковых пуль, одна из которых выпущена из гладкоствольного ружья, а вторая — из нарезной винтовки, и указать, что при движении относительно Земли первую пулю можно рассматривать как материальную точку, а вторую — нет, так как ее собственное вращение существенно влияет на движение этой пули (для этого, собственно, и применяется нарезка ствола).

К второму моменту целесообразно вернуться после изучения азов квантовой механики, проиллюстрировав его на следующем примере: наша планета Земля имеет собственное суточное вращение. Однако это вращение не оказывает никакого влияния на движение Земли вокруг Солнца. Поэтому при движении по орбите Землю можно рассматривать как материальную точку. Движущийся в атоме электрон вполне удовлетворяет первой «размерной» части определения материальной точки, однако спин электрона влияет на его движение в атоме и поэтому такой «маленький» электрон не может рассматриваться как материальная точка [7].

Полное понимание этих особенностей модели «материальная точка» может

быть весьма полезным студентам технических специальностей, особенно если их будущая работа будет связана с расчетом устройств или технологических линий, включающих в себя механические процессы.

В заключение рассмотрим важное, на наш взгляд, обстоятельство, связанное с терминологией, которая, безусловно, является необходимым атрибутом любого метода изучения науки.

В физике существует целый ряд величин и явлений, для обозначения которых использованы одинаковые или похожие термины, однако сами эти величины и явления имеют существенные отличия или вовсе различны. Разумеется, в одной работе невозможно охватить все такие понятия, но изложение некоторых из них, наиболее употребляемых в курсе общей физики для технических университетов, целесообразно рассмотреть.

**Н**есмотря на, казалось бы, «абсолютную известность» такого понятия, как скорость, реальный смысл этой величины методически претерпел неоправданное сужение. Оно связано с тем, что во многих источниках понятие скорости связывается исключительно с движением какого-либо объекта. Более того, встречаются утверждения, что применение понятия «скорость» не к процессу движения является «нефизичным». Утверждение это весьма сомнительно. Дело в том, что понятие «скорость» применимо к любой меняющейся величине, так как является *первой производной этой величины по времени* и показывает, как изменяется эта величина с течением времени. Поэтому применять понятие «скорость» к тепловым, радиоактивным, химическим процессам и т.д. так же «физично», как и введение понятия механической скорости, определяющей изменение расстояния с течением времени.

Авторы данной статьи считают методически целесообразным акцентировать внимание студентов на этом утверждении при первом же использовании термина «скорость».

Разумеется, во всех процессах, в которых меняющиеся величины изменяются *равномерно*, скоростью их изменения (или просто их скоростью) является отношение изменения этих величин за принятую единицу времени к величине этой единицы.

Существенные сложности в понимании у многих студентов вызывает понятие «индукция». Связано это, в первую очередь, с тем, что с данным термином связан целый ряд явлений и величин — электрическая индукция, электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность (метод математической индукции, а также химическую и биологическую индукцию, оставим за рамками данной статьи). Считаем целесообразным после программного изложения раздела «электромагнетизм» сделать итоговую терминологическую «связку»:

- электрическая индукция — физическая *величина*, являющаяся силовой характеристикой электрического поля;
- магнитная индукция — физическая *величина*, являющаяся силовой характеристикой магнитного поля;
- индуктивность — физическая *величина*, определяющая электромагнитные свойства конкретного объекта;
- электромагнитная индукция — физическое *явление*, сутью которого является взаимное влияние электрического и магнитного полей;
- самоиндукция — физическое *явление* влияния электромагнитного поля на себя самого.

Сложность с восприятием у многих студентов возникает при использовании термина «фаза». Связано это так же, как и в ситуации с индукцией, с многообразностью этого термина: термодинамическая фаза, поверхностная фаза, фаза колебаний, фазовые переходы, фазовое пространство, фазовые диаграммы и т.д. Здесь нам представляется целесообразным перед первым же использованием термина «фаза» очень коротко пояснить,

что существуют системы однокомпонентные и многокомпонентные. Фаза (в буквальном переводе означает «отделенное») — является однокомпонентной частью многокомпонентной системы. При таком подходе существенно облегчается понимание того, что фаза гармонического колебания — это просто одна из множества синусоид, описывающих такие колебания, которая присуща именно данному колебанию; поверхностная фаза — это одно из однородных образований на поверхности, которое состоит из ряда различных однородных образований и т.д.

---

## Литература

1. *Орир, Дж.* Популярная физика / Дж. Орир. — М. : Мир, 1964. — С. 9.
2. *Иоффе, А.Ф.* Курс физики. Т. 1 / А.Ф. Иоффе. — М. : Гос. изд-во техн. лит., 1940. — С. 81.
3. *Путилов, К.А.* Курс физики. Т. 1 / К.А. Путилов. — М. : Гос. учеб.-пед. изд-во Мин. Просвещения РСФСР, 1952. — С. 33.
4. *Джанколи, Д.* Физика. Т. 1 / Д. Джанколи. — М. : Мир, 1989. — С. 51.
5. *Сивухин, Д.В.* Общий курс физики. Т. 1 / Д.В. Сивухин. — М. : Наука, 1989. — С. 32.
6. *Кузмичев, В.Е.* Законы и формулы физики : справочник / В.Е. Кузмичев. — К. : Наук. думка, 1989. — С. 22.
7. *Компанеец, А.С.* Тяготение, кванты и ударные волны : в 2-х т. / А.С. Компанеец. — М. : Знание, 1968. — С. 48–49.

04.11.2015