

## К ПРОБЛЕМАМ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ

Рассматриваются особенности физики как дисциплины и особенности ее преподавания и изучения. Отмечается связь физики с дисциплинами технических направлений, необходимость введения новых курсов по инновационным направлениям научных исследований. Указывается, что слабая подготовка школьников по физике и математике не позволяет должным образом освоить материалы вузовских курсов. Для формирования компетенций выпускников технического вуза в соответствии с потребностями рынка труда техническим университетам приходится прибегать к различным методам повышения уровня знаний по этим дисциплинам.

**Ключевые слова:** особенности физики как дисциплины, новые курсы, компетенции выпускников, потребности рынка труда.

Попробуем сформулировать особенности физики как дисциплины, благодаря которым одним она увлекает на всю жизнь, а других отталкивает.

1. Физика – наука, формирующая мировоззрение студентов, охватывающая комплекс знаний, помимо собственно относящихся к физике, связанных с химией, биологией, философией, историей и др.

2. Большой объем материала, огромное число понятий, определений, закономерностей, связанных между собой. Например, понятия скорости, ускорения, силы, энергии, работы, импульса, момента импульса переходят в другие разделы физики, в том числе в самые современные (понятия спина в физике элементарных частиц и др.).

3. Тесная связь разделов физики прослеживается в использовании модельных представлений: модель реального тела в механике – материальная точка; материальная точка, несущая электрический заряд (модель заряженного тела) – точечный заряд в электростатике; модель – идеальный газ – в молекулярно-кинетической теории газов Лоренц и Друде применили для создания электронной теории металлов в качестве модели электронного газа. Проследить эту связь при самостоятельном изучении курса физики очень сложно, если это вообще является выполнимой задачей.

4. Прежде чем приступить к изучению первого раздела «Кинематика» студент уже должен усвоить элементы векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления. Находить направление векторов по правилу правого винта («буравчика») или векторного произведения приходится также практически во всех разделах физики (например, направления орбитального магнитного и механического моментов электрона в атоме). Каждый последующий раздел физики потребует своего подкрепления из математики. Физика как дисциплина требует для своего изучения знания материала практически всего курса высшей математики.

Пример М. Фарадея, самостоятельно изучившего физику, открывшего в 1831 г. закон электромагнитной индукции, безусловно, показателен как в положительном, так и в негативном плане, по-

скольку Фарадей, не изучавший математику, отрицательно отнесся к теории Максвелла, включавшей его же закон, но уже в измененном виде.

Академик А. Л. Минц (1895–1974) также призывал в физике обходиться без математики, так как за математическими формулами, говорил он, теряется физический смысл. Как учил Конфуций: «Истина посередине». В современной физике уже невозможно обойтись без математических выкладок, но и о физическом содержании тоже забывать нельзя.

5. Каждый раздел физики должен быть не только усвоен в известном смысле, как и раздел всякой другой дисциплины, но обучающийся должен четко представлять, какие понятия, закономерности и т. д. перейдут в следующий раздел. Это важно еще и потому, что задачи в физике составляются в силу указанной выше специфики дисциплины с включением понятий, закономерностей и т. д. других разделов физики, что очень усложняет решение задач, хотя уровень сложности остается, например, первым. Задача зачастую не решается, потому что студенту не известны величины из другого раздела, изучаемого ранее.

6. Большое значение имеет умение студента правильно нарисовать поясняющий рисунок, определить направление векторов, умение читать график, построить график при необходимости и т. д.

7. Кроме того, большинство физических величин имеют единицы измерения или размерности, которые также должны быть правильно определены и указаны в решении задач.

Наконец, учебник физики начинается, как правило, со слов: «Физика – наука опытная». Как бы хорошо ни был изложен теоретический материал в учебнике, даже с описанием, и очень подробным, опытов, все равно он не дает полноценного, многогранного и наглядного представления о явлении. Такое представление может быть получено только при наблюдении опыта, а еще лучше при самостоятельном проведении опыта. Поэтому эксперимент остается основой основ физических знаний, что, безусловно, не исключает применения компьютер-

ных моделей. Вполне закономерно, что у студентов возникают трудности, связанные с формированием понятий физических величин, где также имеются свои особенности.

Особенности методики формирования понятий у студентов:

1. Студенты уже получили некоторую понятийную базу в процессе изучения физики в средней школе. Не весь контингент студентов нуждается в повторении всего материала в полном объеме. Так, равномерное и равнопеременное движение, а также движение по окружности в вузе может не повторяться. Школьный курс математики включает элементы дифференциального и интегрального исчисления, поэтому понятия мгновенных и средних значений скорости и ускорения в общем случае уже также введены. Другое дело – показать на примере кинематики, каким образом из кинематических уравнений неравномерного движения получить уравнение равномерного и равнопеременного движения.

Законы Ньютона излагаются так же, как и в курсе физики средней школы, за исключением второго закона Ньютона, который необходимо представить как динамическое уравнение движения, имеющее три проекции на оси координат. В термодинамике – газовые законы, в электростатике – закон Кулона и др. рассматриваются в вузовском курсе физики без существенных добавлений.

Большое значение для решения вопроса, в каком объеме излагать тот или иной материал, имеет входное тестирование. Результаты тестирования студентов в начале занятий подскажут преподавателю, как поступить: следует ли дать на самостоятельное изучение данный раздел тем студентам, которые не смогли получить положительную оценку, или необходимо этот раздел излагать, так как большинство студентов не справились с заданием.

2. Понятиям физики свойственна высокая степень абстрактности, особенно это характерно для современных разделов физики (теория относительности, понятие спина, уравнение Шредингера и т. д.), а также идеализация, модельные представления, о которых сказано выше. Возрастает роль моделирования физических процессов, создающих или усиливающих объяснительно-иллюстративную часть педагогического процесса. Усиливают ее и оживляющие рисунки и схемы анимации, к сожалению, занимающие большой объем памяти вычислительных машин.

3. В методике изучения физики, формировании понятий и умений особая, если не главная роль принадлежит решению задач. Именно при решении задач достигается уточнение содержания понятий. Типовые простые задачи первого уровня ус-

воения, более глубокое осмысление связей и отношений между ними (второй уровень), выработка умения правильно оперировать понятиями в решении задач практического и творческого характера (качественные задачи, третий уровень) и, наконец, составление задачи согласно заданию – четвертый уровень усвоения. Специальные упражнения и тесты (вопросы) по уточнению существенных признаков понятий, отделению их от несущественных, по разделению сходных по каким-либо признакам понятий, по установлению связей и отношений формируемого понятия с ранее усвоенными.

Примеры: выполнение заданий по классификации понятий (например, в разделе «Кинематика» классификация движений по скорости и ускорению), явлений, свойств тел, структурных форм веществ, физических величин (векторные, скалярные, размерные, безразмерные и т. д.).

Сюда же можно отнести решение ряда познавательных логических задач:

- а) найти общий признак (например, какие векторы направлены по оси вращения?);
- б) выявить видовые отличия;
- в) произвести операцию деления объема понятия;
- д) выявить отношения подчинения и соподчинения.

Таким образом, задачи здесь выступают как средство контроля знаний, умений и навыков студентов.

Следует сказать и об особенностях определенных физических величин. Не касаясь пока вопроса о физических величинах, определяемых «точно» (например, напряженность электрического поля) или определяемых с точностью до некоторой произвольной постоянной (например, потенциал и потенциальная энергия), попытаемся указать, что означает определить физическую величину. Слово «точно» взято в кавычки, потому что ошибка измерения здесь не рассматривается. В логике существует шесть приемов определения: указание, описание, объяснение, характеристика, сравнение и различие.

Определить физическую величину – значит указать:

1. Какое реальное свойство объекта и явления она характеризует.
2. С какими ранее введенными величинами она связана.
3. Как рассчитать эту величину (т. е. указать расчетную формулу).
4. Какие существуют способы измерения этой величины, каковы единицы измерения.
5. Векторная или скалярная это величина.
6. Если векторная, то как определить ее направление.

Развитие личности подчиняется, как и все в мире, законам диалектики. В студенческие годы отрицается то, что пропагандируют и внушают родители. Именно на примере физики уже можно показать студенту, что это отрицание не означает, что старое вообще должно быть отброшено и что ему нет места в современном мире. Ярчайший пример этому – теория относительности: «старая», классическая, физика не отрицается, а рассматривается как знание, имеющее границы применения, и в этих границах это вполне добротное знание. Точно так же временные представления студента, его эксцентризмы проходят; история знает много примеров, когда яркий пропагандист одной теории становится с течением времени столь же ярким ее противником. Во взаимодействии этого повзрослевшего поколения с новым поколением произойдет и новое отрицание, именно в этом состоит суть закона отрицания отрицания. Студент должен знать об этом самом общем пути развития, это поможет обучаемому по-иному осмыслить настоящее.

Проблема качества образования и подготовки специалистов всегда являлась и всегда будет являться главной проблемой в любой образовательной системе. Современные проблемы технического образования связаны с ослаблением интереса к инженерным специальностям по сравнению с экономическим, юридическим и другим образованием. Любая система развивается, испытывая изменения параметров относительно положения равновесия. Последние два года (2010–2011 гг.) маятник качнулся в сторону технических направлений и специальностей. Это отмечается и по результатам выбора физики как обязательной дисциплины (в 2012 г. зарегистрировалось 220 тыс. человек, в 2011 г. – 173 тыс. человек), и по повышению конкурса на технические специальности. Однако процесс повышения интереса к инженерным направлениям идет очень медленно, и усилия вузов в этом не являются определяющими. Введение ЕГЭ заставило учителей и школьников в последние годы обучения в школе готовиться к сдаче обязательных дисциплин, а к экзамену по физике готовятся по остаточному принципу. При этом исчезает систематичность и системность образования и компетенции школьников оказываются недостаточно сформированы [1]. Кроме того, занятия с репетитором не способствуют формированию способности школьников к познавательной самостоятельности [2, 3]. Слабая подготовка школьников по физике и математике не позволяет должным образом освоить материалы вузовских курсов. И эта проблема в инженерном образовании стоит особенно остро.

Поэтому технические университеты прибегают к различным ухищрениям, чтобы довести знания до необходимого уровня. В Национальном исследовательском Томском политехническом университете разработано учебное пособие «Пропедевтический курс физики» [4], связывающее курсы физики средней школы и базовый университетский. Теоретический материал адаптирован к контингенту обучающихся, решение задач сопровождается пояснением применяемых элементов высшей математики, поскольку затруднения в решении задач часто вызваны отсутствием знаний математики.

Специфика учебного процесса в техническом университете состоит в практической направленности изучаемых дисциплин, при этом физика представляет собой фундаментальную основу дисциплин технического направления (электротехника, микроэлектроника, материаловедение, сопротивление материалов, прикладная механика, теоретическая механика, геофизика и др.), она также связана с дисциплинами гуманитарного и экономического направлений (философия, история, экономика и др.). Особенно важным это становится, если физика является профессиональной дисциплиной (например, в подготовке бакалавров и магистров по направлению 011200 «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния»). Процесс обучения физике должен стать непрерывным, с использованием самых современных электронных технологий, современного научного оборудования и др.

Недостатком подготовки выпускника технического вуза (при высоком базовом уровне знаний) является то, что молодой специалист не всегда способен адекватно реагировать на ситуацию, действовать в критической ситуации уверенно, работать в коллективе, руководить им, оценить не только ближайшую перспективу соглашения и т. п., т. е. быть не только «хорошим специалистом», но, как говорят на Западе, хорошим сотрудником. И это все потому, что он не оказывался в таких ситуациях во время обучения.

В этом плане компетентностный подход, формирующий у будущего специалиста способность действовать в ситуации неопределенности [5], способен дополнить образовательный процесс в техническом вузе. Цель внедрения в учебный процесс технического вуза компетентностного подхода, по мнению автора, сводится к формированию ключевых компетенций студентов вуза:

- научно-познавательных (базовые знания по дисциплинам – знаниевые компетенции);
- информационных (способности работать с любыми носителями информации);

– коммуникативных (способность работать в группе, анализировать, сопоставлять; создать группу единомышленников, довести проект до создания конкретного устройства, оценить стоимость и конкурентоспособность, представлять результаты и т. п.);

– творческих (формируются при проблемном и проектном обучении [5], при работе над проектами у студентов развиваются научно-познавательные, информационные и коммуникативные компетенции).

Применение компетентного подхода дополняет уже известные и широко применяемые составляющие процесса обучения: единство фундаментализации, информатизации и профессиональной направленности. Для выпускника, обучающегося по направлению «Физика», профилю «Физика конденсированного состояния», важнейшими становятся раздел курса общей физики «Квантовая механика» и дисциплина «Физика твердого тела». Некоторое

время квантовая механика была чисто теоретическим разделом, изучаемым в курсе общей физики в основном для расширения кругозора.

Появление научных исследований, связанных с поверхностью твердых тел, решением задач по взаимодействию излучений с веществом, наноматериалами и нанотехнологиями потребовало детального изучения элементов квантовой механики. Для бакалавров предусмотрен учебным планом новый курс «Физические основы наноматериалов». В этом курсе представлены физические явления, ответственные за изменения свойств при уменьшении размеров (квантовые размерные эффекты), взаимодействия в наноматериалах и др. для возможности перепрофилирования при дальнейшем обучении.

С помощью электронных средств обучения у студентов формируются навыки самостоятельной работы и развиваются творческие способности.

### Список литературы

1. Румбешта Е. А. Образовательная программа педагога как средство организации деятельности по формированию компетенций у школьников // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2011. Вып. 4. С. 132–138.
2. Румбешта Е. А., Гельфман Э. Г. Особенности преподавания физики в школах разного типа // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2010. Вып. 11 (101). С. 128–131.
3. Скрипко З. А. Значение естественно-научного знания для формирования ценностных ориентиров в процессе образования // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2003. Вып. 4 (36). С. 88–91.
4. Ерофеева Г. В., Мельникова Т. Н., Степанова Е. Н. Препедевтический курс физики: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 120 с.
5. Ларионов В. В., Зеличенко В. М., Пак В. В. Совместная деятельность студентов на практических занятиях по физике: формирование физических идей на уровне проекта // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2012. Вып. 2 (217). С. 147–151.

Ерофеева Г. В., доктор педагогических наук, профессор.

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет.**

Пр. Ленина, 30, Томск, Россия, 634050.

E-mail: egv@tpu.ru

*Материал поступил в редакцию 08.10.2013.*

*G. V. Erofeeva*

### THE PROBLEMS OF STUDY OF PHYSICS IN SCHOOL AND UNIVERSITY (INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION)

In the article shows special features of physics as disciplines and special feature of its teaching and study. It reveals the connection of physics with disciplines in the technical directions, the need for the introduction of new courses on the innovation directions of scientific studies. It is indicated that the weak training of school students in physics and mathematics does not make possible to master the materials of higher educational courses. For formation of the competences of the graduates of technical institute of higher education in accordance with the needs of the labor market for technical universities it is necessary to come running to different methods of raising the standard of knowledge on these disciplines

**Key words:** *special feature of physics as disciplines, new courses, competences of graduates, need of the labor market.*

### References

1. Rumbeshta E. A. The educational program of the teacher as means of organizing activities to develop skills among schoolchildren. Tomsk State Pedagogical University Bulletin, 2011, vol. 4, pp. 132–138 (in Russian).
2. Rumbeshta E. A., Gelfman E. G. Characteristics of teaching physics at different types of schools. Tomsk State Pedagogical University Bulletin, 2010, vol. 11 (101), pp. 128–131 (in Russian).
3. Skripko Z. A. The importance of natural science knowledge in formation of value orientations in the process of education. Tomsk State Pedagogical University Bulletin, 2003, vol. 4 (36), pp. 88–91 (in Russian).
4. Erofeeva G.V., Melnikova T. N., Stepanova E. N. Introductory course of physics. Textbook, Tomsk, Publishing House of TPU Publ., 2011. 120 p. (in Russian).
5. Larionov V. V., Zelichenko V. M., Pak V. V. Joint activities of students during practical trainings in physics: the formation of physical ideas at the project level. Tomsk State Pedagogical University Bulletin, 2012, vol. 2 (217), pp. 147–151 (in Russian).

**National Research Tomsk Polytechnic University.**

Pr. Lenina, 30, Tomsk, Russia, 634050.

E-mail: [egv@tpu.ru](mailto:egv@tpu.ru)