

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН



УДК 378.1

Н. Н. Крук

Белорусский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ В КОНТЕКСТЕ ПОДГОТОВКИ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Рассмотрены проблемы преподавания физики в технических университетах на первой ступени высшего образования при переходе к четырехлетним срокам обучения. Подчеркнута необходимость критического отбора учебного материала, пересмотра методики его изложения, разработки новых учебных пособий. Показано, что для реализации индивидуального подхода в обучении, развития активного, исследовательского потенциала студентов необходимо отказаться от жесткой детерминированности учебных программ.

Ключевые слова: высшее образование, учебные планы, физика, методика преподавания.

M. M. Kruk

Belarusian State Technological University

THE PROBLEM OF PHYSICS TEACHING IN TECHNOLOGICAL UNIVERSITY IN THE CONTEXT OF DRAWING UP THE NEW GENERATION SYLLABUS

The problem of physics teaching in technological universities at the first stage of higher education within the four years study terms is considered. The need of the critical selection of the teaching material, revising of teaching methodology and preparation of new textbooks is underlined. It was shown that for fulfillment of individual teaching approach, development of active investigatory potential of students the rigid determinate teaching plans should be excluded.

Key words: higher education, syllabus, physics, teaching method.

Введение. В условиях формирования новой экономической ситуации и глобализации экономики перед нашей страной стоит вопрос определения долгосрочной концепции развития. Новый стимул для работы в этом направлении был дан на II съезде ученых Республики Беларусь. В принятой съездом стратегии «Наука и технологии: 2018–2040» отмечено, что в национальной экономике опережающими темпами должен развиваться высокотехнологичный сектор. Поэтому существует острая необходимость выработать новые подходы к созданию научно-технической и образовательной основ национальной экономики, которые способны обеспечить динамичное развитие Беларуси по инновационному пути.

В настоящее время отмечается углубление научных направлений при одновременном взаимном проникновении смежных научных и/или технологических направлений. Высокие технологии входят в традиционные отрасли производства, возникают новые области междисциплинарного научного знания, что предъявляет повышенные требования к профессиональной компетенции кадров, которые готовятся в учреждениях высшего образования страны. В качестве одного из основных направлений повышения качества профессиональной

подготовки кадров стратегией предусматривается трансформация образовательной сферы на основе развития модульной системы формирования компетенций, переход от «парадигмы запоминания» к умению работать в динамично меняющихся условиях, развитию умений находить нестандартные варианты решения проблем, способности генерировать новые идеи и ставить оригинальные проблемы. Заделом для развития передовых технологических укладов в экономике Беларуси должна стать реализация концепции «Университет 3.0», которая предполагает создание интегрированной образовательной, научно-исследовательской и предпринимательской среды путем использования модели гибкой современной компании, инкубатора стартапов, центра регионального развития, что обеспечивает единство системы «образование – наука – инновации – коммерциализация – производство» [1, с. 29]. Для этого нужно обеспечить практическую ориентированность образования на основе модернизации форм, методов, технологий образовательного процесса на базе стратегий проблемно-исследовательского, активного и коллективного обучения, мобильность и гибкость программ высшего образования в соответствии с быстро меняющимися потребностями рынка труда, инновационным развитием экономики и социальной сферы.

В связи с этим на повестку дня встает вопрос об обновлении содержания образования и переходе к новому поколению стандартов высшего образования, обеспечивающих подготовку специалистов, способных к самостоятельной научно-исследовательской, проектно-конструкторской, инновационной и управленческо-аналитической деятельности. Комплексом мер по реализации программы социально-экономического развития на 2016–2020 годы, утвержденным постановлением Совета Министров № 18 от 12.01.2017, Министерству образования поручено до 2020 года обновить действующие и разработать новые образовательные стандарты для наиболее полного обеспечения потребности экономики в квалифицированных кадрах с учетом изменений, происходящих на рынке труда.

В качестве одного из шагов по реализации вышеупомянутого комплекса мер является разработка новых учебных планов обучения на первой ступени высшего образования по четырехлетней программе с последующей двухлетней подготовкой на второй ступени высшего образования. С одной стороны, сокращение сроков подготовки способно положительно повлиять на экономику страны, поскольку на производство приходят молодые грамотные специалисты, подготовленные с учетом меняющихся требований рынка труда, способные быстро освоить работу на современном оборудовании. Вместе с тем сокращение сроков подготовки специалистов ставит ряд вопросов по организации учебного процесса, содержанию учебных планов и учебно-методической документации. Эти вопросы имеют свою специфику для общеобразовательных и специальных дисциплин. Если для специальных дисциплин основной задачей является обучить студента самым современным технологическим приемам, ввести в учебные программы самые последние достижения, то для общеобразовательных дисциплин главным остается фундаментальность образования с исключением/сокращением разделов и тем, которые утратили свою актуальность со временем. В настоящей работе мы рассмотрим вопросы, касающиеся преподавания естественнонаучных общеобразовательных дисциплин, и изложим свое представление о перспективах преподавания дисциплины «Физика» в контексте учебных планов нового поколения.

Основная часть. Переход к четырехлетнему обучению на первой ступени высшего образования неизбежно влечет сокращение количества аудиторных часов на преподавание общеобразовательных дисциплин. Сокращаются все виды аудиторной нагрузки: лекции, практические занятия, лабораторные работы. С учетом требования обеспечить практическую ориентированность образования лекционные занятия подвергаются большему сокращению. Таким образом, если ранее было возможным рассмотрение определенного вопроса на лекции, а затем его закрепление в ходе выполнения лабораторных работ, то в новых

учебных планах от этого придется отказаться, а некоторые теоретические вопросы можно предложить для изучения через решение задач на практических занятиях. Это позволит более эффективно использовать лекционные занятия для всестороннего рассмотрения основополагающих вопросов курса, которые принципиально необходимы как для формирования целостного восприятия физических явлений и их взаимосвязей, так и для использования их в качестве базовых при изучении других специальных дисциплин. Представляется целесообразным критически пересмотреть содержание курса для студентов первой ступени образования в направлении некоторого уменьшения количества вопросов с одновременным упором на глубину изучения фундаментальных разделов, чтобы обеспечить твердые базовые знания по основным вопросам учебной дисциплины.

Естественно, что в таких условиях страдает гибкость изложения материала, отсутствует возможность рассмотрения актуальных современных вопросов учебной дисциплины. Мы полагаем, что в данной ситуации целесообразно разделение общеобразовательных курсов на две части: базовую, в которой излагаются фундаментальные основы дисциплины для студентов первой ступени высшего образования, и дополнительную, в которую следует включить рассмотрение основных направлений и тенденций современной физики, более глубоко рассматривается квантовая механика и ее применение для изучения свойств вещества, методы изучения и описания квантовых явлений. При этом возможны несколько вариантов. Первый предполагает, что на второй ступени высшего образования студентам будет предложен углубленный курс учебной дисциплины, общий либо для всех специальностей, либо для групп специальностей (для направления подготовки специалистов). Другой вариант предусматривает учет специфики подготовки специалистов на второй ступени высшего образования, и в этом случае студентам будет предложен не один общий курс, а несколько профессионально ориентированных фундаментальных курсов, таких как курсы физики твердого тела и полупроводников, физики межмолекулярных взаимодействий в конденсированной и газовой фазах, квантовой и нелинейной оптики, основ молекулярной спектроскопии и люминесценции, физики лазеров, статистической физики и термодинамики, биологической физики и др. Возможно также сбалансированно сочетать первые два подхода.

Чтение таких курсов на второй ступени высшего образования позволит максимально использовать научный потенциал профессорско-преподавательского состава, работающего на общеобразовательных кафедрах, который, как правило, в рамках существующих учебных программ в учебном процессе не используется. В то же время на общеобразовательных кафедрах работают высокопрофессиональные ученые, доктора и кандидаты наук, выполняющие научно-исследовательские работы на мировом уровне. Привлечение их для специальной подготовки студентов второй ступени высшего образования позволит повысить уровень подготовки студентов, поскольку занятия будет проводить преподаватель, который сам работает в данном научном направлении, улучшить отбор способных к научно-педагогической деятельности студентов для обновления и омоложения кадрового потенциала университета.

Сокращение количества аудиторных часов для лекционных занятий, с нашей точки зрения, требует изменения методики изложения учебного материала. При достаточных объемах лекционных занятий практикуется, как правило, индуктивный подход к изложению, когда новый материал вводится с постепенным усложнением, от простых элементарных понятий к более сложным обобщающим проблемам, причем часто это делается в исторической ретроспективе, когда студентам излагаются последовательные этапы развития научных представлений об определенном явлении. С точки зрения формирования образа изучаемого явления это не всегда оправдано, поскольку развитие представлений часто сопряжено с критикой ранее предложенных определений и подходов, и студент сталкивается

с множеством формулировок и определений, часть из которых либо содержат не выдержавшие проверку допущения, либо вызваны ограниченностью ранее использовавшихся научных представлений. Такой способ изложения материала при сокращении количества лекционных занятий является непозволительной роскошью. Развитие научных представлений требует рассмотрения новых явлений и концепций, т. е. происходит неизбежный рост объемов учебного материала, поэтому гораздо более логичным является дедуктивный подход к изложению материала. В этом случае изложение отталкивается от фундаментальных выражений (например, системы уравнений Максвелла, начал термодинамики и др.), на основании которых рассматриваются отдельные явления и вопросы. Так, например, по нашим оценкам, изложение основ полуклассической теории излучения Эйнштейна с последующим выводом формулы Планка, на основании которой вводятся законы Стефана – Больцмана и закон смещения Вина, требует примерно вдвое меньшего времени по сравнению с подходом, описывающим законы излучения абсолютно черного тела в исторической ретроспективе – от правила Прево к формуле Планка. Такой подход имеет дополнительные преимущества, обусловленные тем, что студент сталкивается с меньшим объемом фундаментально значимых уравнений, поскольку многие явления, в привычном варианте изложения рассматриваемые отдельно, будут представлять собой либо отдельные уравнения, либо частные случаи при определенных значениях величин, входящих в уравнение (систему уравнений). Таким образом, нам представляется, что целостная физическая картина взаимосвязанных явлений и процессов может быть сформирована путем меньших затрат времени.

Безусловно, при переходе к дедуктивному подходу в изложении материала необходимо коренным образом пересмотреть перечень рассматриваемых тем и отдельных вопросов, а также глубину (объемы) их изложения. Критический отбор материала для курса, по нашему мнению, является самой главной задачей. Рассмотрение многих вопросов имеет смысл только в разрезе демонстрации развития научных представлений, а самостоятельной значимости в настоящее время эти вопросы не имеют ни в теоретическом, ни в прикладном аспектах, т. е. необходимо «осовременить» содержание учебной дисциплины. Например, явление дифракции напрямую следует из рассмотрения уравнения плоской волны с привлечением преобразования Фурье: при ограничении волнового фронта неизбежным результатом будет появление множественных значений волнового вектора, т. е. волна не может более быть представлена как плоская, с единственным направлением волнового вектора. Это полностью аналогично исчезновению монохроматичности волны в случае, когда длительность волны ограничивается во времени. Рассмотрение дифракции, начиная с принципа Гюйгенса – Френеля, часто приводит к формированию у студентов ошибочных представлений о некоторой исключительности этого явления, что на самом деле не так. Изучение метода зон Френеля, которое в классическом изложении присутствует во всех учебных программах, также можно сократить, рассмотрев его в той части, в которой это необходимо для объяснения принципов работы зонной пластики Френеля, являющейся базовым элементом дифракционной оптики.

Переход от индуктивного изложения материала к дедуктивному потребует значительной работы по методическому обеспечению учебного процесса, и в первую очередь по подготовке новых учебных пособий. Все без исключения учебники по дисциплине «Физика», которыми укомплектован библиотечный фонд БГТУ, изданы, по крайней мере, 15–20 лет назад. Их содержание соответствует объемным учебным планам, по которым велась подготовка студентов четверть века тому назад. Эти учебники не отражают произошедших изменений в объемах и уровне подготовки абитуриентов по математике и физике в средней школе. Назрела необходимость подготовки нового поколения учебных пособий по физике для студентов первой ступени высшего образования, которое будет соответствовать содер-

жанию новых учебных планов. С учетом вышесказанного представляется целесообразным изложение учебного материала в соответствии с дедуктивным подходом, критический анализ содержания учебных вопросов, введение новых разделов по фундаментальным основам новых направлений, отражающих облик современной физической науки.

Целесообразно подготовить вначале электронный вариант учебника, апробировать его в учебном процессе на нескольких потоках (в идеале – в нескольких учреждениях высшего образования) с последующей корректировкой содержания и методики изложения материала, и лишь после этого выходить в РИВШ с предложением об издании нового учебника. Наличие у студентов планшетов и смартфонов с большим экраном позволяет широко использовать электронный учебник. Однако при подготовке электронных учебных пособий не следует увлекаться применением всех технических возможностей, которые можно реализовать в электронном документе. Если, например, интерактивные либо анимированные схемы и графики, как правило, способствуют улучшению восприятия и понимания материала, помогают сформировать образ физического явления, то использование методик гипертекста и поиска по ключевому слову неприемлемо и должно использоваться очень ограниченно. Дело в том, что основная задача при изучении учебной дисциплины – это формирование целостной картины явлений. Ее формирование возможно только при методичном последовательном изучении материала от первого раздела до последнего. Произвольное обращение по гиперссылке к какой-либо теме в середине курса без изучения предшествующих тем приведет к тому, что студент получит доступ к определению либо формулировке закона, которое(ая) будет представлять собой вырванное из контекста утверждение, содержащее неизвестные для него термины. Польза от такого контекстного поиска невелика.

Мы затронули проблему разработки и внедрения новых технологий в учебный процесс. К сожалению, необходимо отметить, что внедрение технических средств обучения в учебный процесс все чаще трактуется как синоним новых инновационных методов обучения, хотя, по сути, понятие инновационных методов обучения подразумевает новые формы взаимодействия преподавателя и студентов безотносительно применения технических средств. А в случае расширения использования технических средств обучения самый важный элемент педагогического процесса – этот контакт преподавателя и обучаемых – подвергается существенному сокращению. Компьютерные технологии, тесты, электронные лекции создают между преподавателем и студентами интерфейс, который минимизирует их непосредственное взаимодействие. Компонент индивидуальной работы преподавателя и студента вымывается, взаимодействие подменяется двумя информационными потоками: а) от преподавателя к студенту, который представляет собой совокупность сведений, предоставляемых студентам, без учета индивидуальных особенностей последних и без обратной связи от них о степени восприятия данного учебного материала; б) от студентов к преподавателю в виде матрицы выбранных вариантов ответов на контрольные тестовые задания. Эти потоки, как правило, разнесены во времени, и у преподавателя нет возможности провести своевременные корректирующие действия без непосредственного (индивидуального) контакта со студентами.

Часто, чтобы подчеркнуть несовременность методических приемов, используют термин «меловая педагогика». Но есть ли разница в содержании лекции, если она изложена с мелом на обычной доске либо со стилусом на интерактивной? Очевидно, нет. Более важно, как методически излагать материал, будет ли контакт с аудиторией, чтобы при необходимости сразу акцентировать внимание на сложных моментах, указав студентам на потенциальные ошибки и ответив на их вопросы. Представляется, что в стремлении развивать новые подходы в образовательном процессе не следует отрицать классическую методику обучения, основанную на непосредственном взаимодействии преподавателя и учебной

группы в аудитории, которая выдержала проверку двумя тысячелетиями применения и, по существу, сформировала нынешний облик системы образования в Европе и в мире. В условиях, когда объемы и сложность учебного материала растут, роль преподавателя и важность его непосредственного контакта со студентами неуклонно возрастают.

Как правило, опытные преподаватели хорошо знают типичные ошибки студентов при изучении дисциплины. Однако часто причины возникновения ошибок не анализируются, хотя как раз в раскрытии причин ошибок, допускаемых студентами, и в работе по их устранению кроется залог успеха в освоении учебной дисциплины. Чаще всего причина ошибки трактуется как незнание либо недоработка студента, хотя причин на самом деле может быть несколько. Согласно К. С. Таберу [2], следует выделить четыре основных причины ошибочных ответов: 1) собственно незнание, когда студент не ориентируется в проблеме, не изучил материал; 2) отсутствие связей между понятиями, которое приводит к ошибочному суждению либо выводу; 3) неправильное понимание, как правило, основанное на путанице с терминами и определениями; 4) ошибочное представление, которое, как правило, основано на алогичном, противоречащем здравому смыслу, восприятии явления. Когда преподаватель установил причину ошибки, он предпримет соответствующие направленные корректирующие действия. Этого можно добиться в непосредственном общении со студентами, анализируя причины ошибки. Понятно, что можно предложить студентам выполнить тестовые задания, в которых они выбирают один ответ из нескольких предложенных, причем эти предлагаемые ответы должны не просто содержать один верный и несколько неверных ответов, но неверные ответы должны соответствовать вышеуказанным причинам ошибок. В этом случае результаты тестов можно будет не только оценить по критерию «сдал/не сдал», но и определить проблемные места в работе с группой студентов и, соответственно, принять на последующих занятиях адекватные корректирующие действия. Мы привели этот пример, чтобы показать потенциал и индивидуальную направленность грамотно подготовленных тестов. Вместе с тем выработка корректирующих действий подразумевает индивидуальную непосредственную работу преподавателя со студентами.

И наконец, последнее, на чем необходимо акцентировать внимание при подготовке новых учебных программ. Основным недостатком действующих учебных программ является их полная детерминированность. На уровне учебно-методической карты жестко указывается перечень вопросов, которые необходимо рассмотреть на определенном лекционном, практическом либо лабораторном занятии. Отход от содержания учебно-методической карты можно трактовать как невыполнение учебной программы. Такой подход исключает возможности текущей корректировки изложения материала, не позволяет дифференцировать объемы и глубину его изложения в соответствии с уровнем подготовки той или другой учебной группы либо учебного потока, индивидуализировать работу со студентами. Жесткая детерминированность учебных программ идет вразрез с требованиями следовать стратегии проблемно-исследовательского, активного и коллективного обучения, обеспечить мобильность и гибкость программ высшего образования [1, с. 30]. По нашему мнению, право выбора перечня учебных вопросов для лекционных и практических занятий в рамках утвержденного в учебной программе содержания материала курса, определение содержания лабораторного практикума, введение элементов индивидуальной работы с хорошо успевающими и активными студентами, с одной стороны, и отстающими студентами, с другой, следует делегировать кафедре, которая примет соответствующее решение на основании предложений лекторов потоков. В этом случае можно активизировать творческий компонент работы профессорско-преподавательского состава в ходе учебных занятий, персонализировать работу со студентами и в результате выйти на новый уровень преподавания дисциплины.

Заключение. Разработка новых учебных программ по физике для технических университетов должна включать тщательный отбор материала, корректировку методики его изложения, разработку новых учебных и учебно-методических пособий и отказ от жесткой детерминированности изложения материала для обеспечения проблемно-исследовательского, активного и творческого обучения, развития индивидуального подхода в работе со студентами.

Литература

1. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040». Минск: НАН Беларуси, 2017. 40 с.
2. Taber K. S. Student thinking and learning in science: perspectives on the nature and development of learner's ideas. Oxford: Routledge, 2014. 218 p.

References

1. *Strategiya "Nauka i tekhnologii: 2018–2040"* [Strategy "Science and technologies: 2018–2040"]. Minsk, NAS of Belarus Publ., 2017. 40 p.
2. Taber K. S. Student thinking and learning in science: perspectives on the nature and development of learner's ideas. Oxford, Routledge, 2014. 218 p.

Информация об авторе

Крук Николай Николаевич – доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физики. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: m.kruk@belstu.by

Information about the author

Kruk Mikalai Mikalaevich – DSc (Physics and Mathematics), Head of the Department of Physics. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, The Republic of Belarus). E-mail: m.kruk@belstu.by

Поступила 26.03.2018