

УДК 378:353.9

К ПРОБЛЕМЕ УСИЛЕНИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА

Клещёва Н.А.

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: klenel@mail.ru

В статье предложены новые содержательные линии методологии физического знания, требующие своего включения в традиционные рабочие программы по физике при подготовке бакалавров технических специальностей. Отмечены доминирующая роль физического знания в системе технического знания и системообразующая роль курса физики в структуре инженерной подготовки. Проанализирован ряд трудностей и недостатков в существующей практике преподавания физики. Подчеркивается необходимость сохранения целостности логической структуры курса физики в системе инженерного образования вне зависимости от направления подготовки. Обоснована целесообразность включения в традиционные рабочие программы по физике комплекса методологического знания, формирующего представления об универсальном характере физической картины мира. Предложена структура этого комплекса. Показано, что структура физической картины мира может быть представлена в виде двух взаимосвязанных блоков: научной парадигмы и научного знания. Раскрыто многоуровневое содержание каждого блока, соответствующее логике развития научного знания. Содержание комплекса методологического знания распределено по всем разделам курса физики, регламентируемым Государственными образовательными стандартами 3+ для направления подготовки «Техника и технологии». Проведен сравнительный анализ предлагаемого подхода к формированию содержания курса.

Ключевые слова: инженерное образование, бакалавриат, курс физики, методологический комплекс знаний, физическая картина мира, научная парадигма и научное знание физической теории

TO PROBLEM OF INCREASING OF THE METHODOLOGICAL FOCUS CONTENT OF PHYSICS COURSE IN THE SYSTEM OF TECHNICAL BACCALAUREATE

Klescheva N.A.

Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: klenel@mail.ru

New pithy lines of the methodology of physical knowledge, requiring its inclusion in traditional curriculum in Physics for technical baccalaureate are offered in this article. The significance of the physical course in the structure of engineering training is indicated. Difficulties and shortcomings in the existing practice of teaching physics are analyzed. The expediency of inclusion in the traditional curriculum of Physics of complex methodological knowledge is proved. The necessity to preserve the integrity of the logical structure of physics course in the system of engineering education, regardless of specialty is noted. The structure of this complex is offered. The proposed methodological platform for the representation and structuring the course content is analyzed. It is shown that the structure of the physical theory can be presented in the form of two interrelated blocks: scientific paradigms and scientific knowledge. Multi-level content of each block corresponding with the logic of scientific knowledge is revealed. Proposed contents of the methodological knowledge are distributed across all sections of the physics course, regulated by the State Educational Standards 3+ for direction of training «Technique & Technologies». A comparative analysis of the proposed approach to forming of course content is represented.

Keywords: engineering education, baccalaureate, course of physics, methodological knowledge, scientific paradigms, scientific knowledge of physical theory

Курс физики является системообразующим в структуре профессиональной подготовки бакалавров инженерных специальностей. Большая часть дисциплин технического цикла опирается в своей основе на те или иные фундаментальные научные теории, прежде всего, физические. Поэтому научное знание физики, обладающее наивысшим уровнем естественнонаучной систематизации и построенное в соответствии с единой методологией науки, может и должно регулировать процесс организации и развития всего спектра инженерных дисциплин. Процесс обучения физике при подготовке бакалавров должен способствовать осознанию студентами фундаментальной роли физики в системе научного знания, овладению современными техноло-

гиями учебной деятельности и методологией системного мышления, и тем самым, целенаправленно готовить их к последующей эффективной деятельности при изучении дисциплин технического цикла [3, 7].

Однако следует отметить, что в реальной практике преподавания комплекс методологического знания физической науки практически не рассматривается в лекционном курсе. Особенно характерным стало проявление данной тенденции в связи с переходом на двухуровневую систему обучения и, как следствие, резким сокращением трудоемкости дисциплины «Физика». Рабочие учебные программы для системы бакалавриата практически копируют программы соответствующих направлений специалитета, они перенасыщены, содер-

жат в себе огромное количество теоретического материала, который преподаватели в том или ином объеме стремятся передать студентам. Без должного внимания остается тот факт, что практически на всех инженерных специальностях в базовую часть магистерских программ включен курс «Специальные главы физики», предметное содержание которого сфокусировано на тех разделах физики, которые формируют базовое «гносеологическое пространство» соответствующей области технического знания. Избыточность учебного материала курса физики, подлежащего усвоению в системе бакалавриата, приводит к фрагментарности знаний, отсутствию целостных представлений о курсе.

В свете приоритетности фундаментальной подготовки бакалавров, обозначенной в программных документах, усиление мировоззренческой направленности курса физики является одним из важнейших аспектов совершенствования его содержания. В статье представлены структура и содержание комплекса методологического знания физической науки, рекомендуемого для включения в содержание курса физики для специальностей технического бакалавриата.

Целесообразность выбранной стратегии совершенствования содержания курса была подтверждена результатами педагогического эксперимента, проводимого в течение последних трех лет на кафедре общей физики Дальневосточного федерального университета. В контексте заявленной темы отметим следующие результаты.

1. На ряде технических специальностей Инженерной Школы университета проводилась проверка остаточных знаний школьного курса физики у студентов различных технических специальностей. Перед началом изучения курса студентам предлагались индивидуальные задания, состоящие из 7 задач по всем основным вопросам школьного курса и трех теоретических вопросов, носящих мировоззренческую направленность. Было разработано специальное методическое пособие [5], в котором представлены индивидуальные варианты заданий. Достаточно неожиданным оказался тот факт, что за ответы на теоретические вопросы студенты получили более низкие оценки, чем за решение задач. У студентов практически отсутствует комплекс методологических знаний, отражающий систему представлений о структуре физики как науки и учебной дисциплины. Эти результаты отражают, в конечном счете, и низкий уровень сформированности теоретического мышления, способности осуществлять операции анализа, синтеза, обобщения, систематизации.

Так, например в 2014 году из общего числа студентов, прошедших проверку (69 человек), 56% справились с решением задач на положительную оценку. В то же время лишь 26% правильно ответили на вопрос о предмете физики, только 18% назвали основные физические теории и лишь 7% вычленили из предлагаемого раздела физики (приводилось его краткое содержание) основные физические понятия.

2. Несмотря на потенциально важное мировоззренческое и гносеологическое значение курса физики в структуре инженерной подготовки, в целом наблюдается достаточно невысокая оценка роли курса самими студентами. Этот факт был выяснен в ходе анкетирования, проводимого нами среди студентов пятых курсов выбранных специальностей, с целью определения их общего отношения к учебному процессу за весь цикл обучения в вузе. По интересующей нас проблеме можно выделить следующие шесть вопросов:

- оцените по пятибалльной системе уровень преподавания дисциплины.

- определите приоритетность дисциплин, входящих в структуру базовой непрерывной подготовки, необходимых, по вашему мнению, для успешного формирования специалиста вашего профиля;

- выберите разделы и темы курса физики (список предлагается), на которых построено содержание специальных дисциплин, входящих в структуру базовой непрерывной подготовки;

- назовите пять дисциплин, которые в наибольшей степени определяют успешность вашей дальнейшей профессиональной и социальной деятельности;

- назовите пять дисциплин, изучение которых в наибольшей степени определяет формирование мировоззрения.

Результаты анкетирования вскрыли достаточно выраженную поляризованность в оценках качества преподавания физики и отношения к самому курсу: в целом положительно оценивая качество организации обучения на кафедре физики и уровень преподавания курса, студенты достаточно негативно оценивают сам курс физики, его роль и значение в процессе дальнейшего обучения и жизнедеятельности. Так, 34% от общего числа опрошенных поставили физику по качеству преподавания на первое место среди 13–15 предметов, средняя оценка, которую поставили дисциплине по этим показателям – 4,25. Понятно, что в ответах на подобные вопросы не последнюю роль играют личностные и профессиональные качества самого преподавателя, но поскольку анкетирование проводилось на разных

технических специальностях, где ведут разные преподаватели, то в целом можно сделать вывод о достаточной значимости этих оценок.

Иные результаты наблюдались, когда студенты отвечали на вопросы, связанные с их отношением к физике как учебной дисциплине и ее роли в их учебной и профессиональной деятельности. Исключили физику из числа учебных предметов, оказывающих приоритетное воздействие на формирование специалиста, 26% студентов. Сложность восприятия, как главный недостаток курса, отметили в своих ответах 83% из общего числа опрошенных. Именно по этой причине, на наш взгляд, мировоззренческая ориентация курса физики остается за чертой осознанного восприятия студентами. Так, например, 36% будущих бакалавров определили курс экологии более фундаментальным, чем курс физики, и только 12% студентов поставили физику на первое место в процессе формирования научного мировоззрения.

Такое отношение к курсу физики со стороны студентов не в последнюю очередь определяется и неоднозначным отношением к нему со стороны представителей многих выпускающих кафедр, предъявляющих претензии к существующему курсу, считая его слишком сложным и «оторванным» от дальнейшего процесса обучения. Более того, некоторые специалисты, ссылаясь на опыт технических колледжей США [8], где значительная часть курса физики распределена между выпускающими кафедрами, предлагают на базе курса физики создание специальных курсов, согласованных с будущей специальностью. Такое решение проблемы, по их мнению, позволит удалить «лишний» материал, не нужный для специалиста данного профиля. На наш взгляд, такая постановка вопроса является неприемлемой. Общонаучные и методологические задачи, решаемые в курсе физики в системе бакалавриата, являются определяющими и в формировании специалиста любого профиля, и в формировании научного мировоззрения.

Полученные результаты еще раз подтвердили выдвинутый тезис о наличии «проблемных мест» в традиционной практике преподавания физики, связанных с недостаточным акцентированием в содержании курса физики вопросов методологического плана, отражающих логику построения физического знания. В ходе проводимого исследования была реформирована рабочая учебная программа курса физики, рассчитанная на 216 часов, что соответствует реальному распределению часов на курс для большинства специальностей техниче-

ского профиля. Следует отметить, что речь не идет о полном пересмотре и изменении существующих рабочих программ. Основной акцент в процессе реформирования рабочей программы делался на органичное введение в «тело» программы методологических и логических знаний, позволяющих в процессе обучения «внутренне» соединить физическое знание с методами его познания. Особое внимание было уделено целостности курса на основе интеграции всех его разделов вокруг стержневых методологических концепций, законов и принципов, а также адекватности современным принципам структурирования научного знания, опирающимся на внутреннюю логику развития физической науки.

Содержательные линии комплекса методологического знания

Раздел «Механика». Это первый раздел курса, поэтому в его структуру целесообразно включить две вводные лекции, носящие сугубо мировоззренческую направленность и знакомящие студентов с принципами организации учебного процесса на кафедре физики.

Основные вопросы вводной лекции № 1: научная картина мира как философская категория. Взаимосвязь общенаучной, естественнонаучной и физической картин мира. Этапы эволюции ФКМ [1, 2]. Физика как наука. Структура научной парадигмы и научного знания физической теории. Методы физического исследования.

Основные вопросы вводной лекции № 2: курс физики – теоретическая основа подготовки бакалавров в области знаний «Технические науки». Связь курса физики с дисциплинами специальности. Механика – первый раздел физики и всего естествознания. Предмет механики. Структура научной теории механики. Принципы систематизации и структурирования категориально-понятийного аппарата механики (структурно-логический граф научной теории механики).

Кроме того, при изложении этого раздела физики особо следует обратить внимание на такие важные в методологическом отношении вопросы, как: природа идеализаций в механике (материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, пространство, время); форма причинности в механике (механический или лапласовский детерминизм); понятие силы как динамической характеристики взаимодействия; меры движения классической механики и их связь со свойствами пространства и времени (импульса – с однородностью пространства, момента импульса – с изо-

тропностью пространства, и кинетической энергии – с однородностью времени).

Раздел «Молекулярная физика и термодинамика». При изучении этого раздела физики особого рассмотрения требуют следующие методологические вопросы: термодинамические параметры – новый способ (по сравнению с характеристиками частиц) описания физических объектов; статистический и термодинамический методы исследования; микроскопический и феноменологический подходы к описанию макрообъектов; статистические законы распределения (законы распределения молекул по скоростям и энергиям); мировоззренческое значение первого начала термодинамики; статистический смысл второго начала термодинамики (необходимость и направление хода времени), второе начало термодинамики и процессы эволюции Вселенной; синергетический подход к описанию неравновесных процессов.

Раздел «Электродинамика». В рамках этого раздела целесообразно акцентировать внимание на следующих вопросах: эмпирический базис научного знания электродинамики; теоретический базис научного знания электродинамики (построение Максвеллом единой теории электромагнитного поля); физический смысл уравнений Максвелла.

При освещении первых двух вопросов особо следует отметить эвристическую ценность математики при взаимодействии эмпирического и теоретического базисов научного знания физической теории [6]. В электродинамике это особенно наглядно и проявляется в том, что уравнения Максвелла, будучи математическим выражением многочисленных эмпирических данных (эксперименты Кулона, Ампера, Эрстеда, Фарадея), в то же время содержат гораздо больше информации, чем дают исходные данные.

Раздел «Квантовая механика». При изучении квантовой механики особенно важно подчеркнуть методологические вопросы, связанные с диалектическим характером развития и содержания физических теорий, интерпретацией их результатов. Здесь особенно наглядно проявляется взаимодействие научного знания и научной парадигмы, когда рост научного знания приводит не только к расширению научной парадигмы, но и к коренной ломке некоторых основополагающих понятий, идей, принципов [4].

В этом разделе требуют своего более подробного освещения следующие вопросы: эмпирические и теоретические предпосылки создания квантовой механики; соотношение неопределенностей Гейзенберга,

вероятностный характер описания поведения частиц микромира; принцип дополнительности Бора. Особо следует остановиться на философской категории причинности в квантовой механике и квантовомеханическом детерминизме. Последний вопрос имеет огромное гносеологическое значение для понимания сущности квантовой механики и обязательно должен быть подробно рассмотрен в процессе чтения лекций. Следует отметить, что детерминизм в квантовой механике, несмотря на его несоответствие классическому, лапласовскому детерминизму, полностью сохраняется, но приобретает принципиально отличное от классического понимания.

Раздел «Ядерная физика». В традиционной практике преподавания на изучение этого раздела остается мало времени, и лекционный материал ограничивают обычно структурой и характеристиками ядра, ядерными силами, видами радиоактивного распада и основными сведениями о типах ядерных реакций. На наш взгляд, именно при изучении этого, последнего раздела курса общей физики, следует особо подчеркнуть мировоззренческое значение курса, показав, что развитие науки, процесс познания – процесс бесконечный. В программу предлагается включить следующие вопросы: иерархия структур материи; основные вехи в развитии физики ядра и элементарных частиц; роль законов сохранения в ядерной физике; кварковая гипотеза строения вещества, глюоны.

Заключение

В статье предложен один из возможных подходов к совершенствованию содержания курса физики при подготовке бакалавров инженерных специальностей – усиление его мировоззренческой направленности. Представленный комплекс методологического знания, рекомендуемого для включения в рабочие программы, структурирован по разделам курса, обязательным для изучения в том или ином объеме на всех специальностях технического бакалавриата.

Как уже отмечалось, включение в программу курса физики вопросов методологического и мировоззренческого характера осуществлялось в рамках существующего числа часов, отводимых на чтение лекций. В связи с этим некоторые вопросы, традиционно рассматриваемые в лекционном курсе и ориентированные более на развитие памяти, чем развитие мышления, вынесены на самостоятельное изучение. Так, например, в традиционной программе, на применение закона Био-Савара-Лапласа для расчета магнитной индукции полей различ-

ных конфигураций отводилось обычно две лекции, и рассматривались математические выводы магнитной индукции в центре и на оси кругового витка, магнитной индукции, создаваемой отрезком прямого проводника и т.д. Поскольку методика расчета во всех случаях одинакова, достаточно привести один пример, а остальные частные случаи предложить студентам изучить самостоятельно (во всех типовых учебниках для технических вузов эти примеры рассмотрены достаточно подробно и требуют от студентов лишь наличия определенных математических навыков).

Некоторое смещение центра тяжести в лекционном курсе в сторону вопросов мировоззренческой направленности также предопределило изменения в характере проведения экзаменов по курсу и в критериях выставления оценок. Так, например, порядка 40% студентов не в состоянии на экзамене полностью с необходимыми выводами воспроизвести необходимый материал в силу своих индивидуально-типологических особенностей (низкой памяти, слабой концентрации внимания и т.д.). В этом случае им предлагаются вопросы методологического характера, ответы на которые требуют «включения» общей ориентиров-

ки по курсу и, в конечном счете, отражают уровень осознанности и системности знаний. Как показывают результаты последних сессий, студенты положительно воспринимают такую экзаменационную стратегию, и в среднем, от 15 до 25% студентов улучшают свои учебные показатели.

Список литературы

1. Ахиезер А.И. Современная физическая картина мира. – М.: Знание, 1990. – 80 с.
2. Ефименко В.Ф. Методологические основы преподавания физики: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1987. – 78 с.
3. Кожевников Н.М. Кризисные явления в преподавании физики // Материалы XIII Международной конференции, Санкт-Петербург, 1–4 июня 2015 г. Т. 1. – С. 14–16.
4. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1972. – 208 с.
5. Сборник индивидуальных заданий для проверки знаний школьного курса физики / Под ред. Клещевой Н.А. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 1994. – 36 с.
6. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. – Фейнмановские лекции по физике. – М.: Мир, 2004. – Вып. 7. – С. 45–64.
7. Физика в системе современного образования (ФССО – 15): Материалы XIII Международной конференции, Санкт-Петербург, 1–4 июня 2015 г. Т. 1. – СПб.: Изд-во ООО «Фора-принт», 2015. – 514 с.
8. Alley J. Physics in Undergraduate Engineering Education Report of a Survey // American Journal of Physics. – 2013. – V. 40, № 8. – P. 1063–1069.