

УДК 378:353.9

РАЗРАБОТКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КУРСОВ ФИЗИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Клещёва Н.А., Шилова Е.С.

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

Обсуждается необходимость внедрения в систему технического образования интегративных курсов, ориентированных на обеспечение содержательной преемственности всех циклов инженерной подготовки. Обозначена возрастающая значимость естественнонаучного образования в связи с переходом на двухуровневую систему высшего образования, проанализированы его недостатки в существующей практике преподавания в технической школе. Отмечена ведущая роль физического знания в системе научного знания и системообразующая роль курса физики в структуре инженерной подготовки. Обоснована необходимость разработки интегративного учебного курса, в котором с единых методологических позиций синтезируются основные идеи гуманитарного, естественнонаучного и технического знаний. Предлагается методологическая платформа для отбора и структурирования учебного содержания курса. Показано, что структура естественнонаучной (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. На основании данного методологического подхода предложены содержание и структура учебного курса «Физические основы современных технологий», рекомендуемого для включения в цикл естественнонаучных дисциплин в системе инженерного образования. Отмечена значимость данного курса для последующего изучения базовых дисциплин технического профиля.

Ключевые слова: целостность инженерной подготовки, естественнонаучное образование, интегративные курсы, методологические принципы структурирования учебного содержания, научная парадигма и научное знание физической картины мира

THE DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY COURSES OF PHYSICAL CONTENT IN THE SYSTEM OF ENGINEERING EDUCATION

Klescheva N.A., Shilova E.S.

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

The expediency of integrative courses implementation to the system of technical education for ensuring the content unity of engineering disciplines is discussed. Increasing importance of natural science education in association with the conversion to the multi-level higher education system is indicated, its disadvantages in teaching practice are analyzed. Special attention is paid to the leading role of physical education in the system of scientific knowledge and to the significance of the physical course in the structure of engineering training. The necessity of developing the integrative methodological course synthesizing the main ideas of humanitarian natural science and technical knowledge is proven. 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. On the basis of this methodological approach proposed the content and the structure of the course «Physical principles of modern technologies» which is recommended for the submission to the natural sciences course in the system of technical education. The significance of the proposed course for further study of the basic technical disciplines is noted.

Keywords: the content unity of engineering training, the natural science education, the integrative courses, methodological principles of the structuring the content, the scientific paradigms and the scientific knowledge of physical theory

Нормативные образовательные документы регламентируют обеспечение целостности гуманитарного, естественнонаучного и технического знаний при формировании образовательных программ. Однако в практике работы вузов при составлении учебных планов не всегда выполняется данное требование. Цикл гуманитарных и социально-экономических дисциплин практически «распылен» по всей образовательной программе. Содержание данного цикла весьма слабо коррелирует с фундаментальными идеями естествознания и основными достижениями технического знания. В свою очередь, содержание рабочих программ дисциплин естественнонаучного цикла, как правило, носит ярко выраженный предметный характер и ориентировано

в основном на изложение основ науки, формирующей данную дисциплину. Изложение вопросов мировоззренческого характера носит декларативный характер, в результате чего студенты, приобретая некоторую совокупность знаний по физике, химии, экологии и т.д., не имеют четкого представления о целостности естествознания как феномена общечеловеческой культуры и о фундаментальном единстве гуманитарных и естественных наук.

Совершенно очевидно, что в системе высшей технической школы естественнонаучное образование в силу своего содержательного, познавательного и мировоззренческого потенциала имеет особый социально значимый статус. Изучение математики, физики, химии, информатики, об-

щей биологии с основами экологии должно не только закладывать фундамент для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, но также формировать научное мировоззрение человека и обеспечивать целостность восприятия студентами научной картины мира.

В этом смысле в технических вузах сложилась довольно парадоксальная ситуация. В образовательные программы студентов гуманитарного и социально экономического профиля всей существующей номенклатуры специальностей высшего профессионального образования включен курс «Концепции современного естествознания». Для студентов технических специальностей государственным стандартом подобный курс не предусмотрен, он рекомендуется в качестве эклективного, но при формировании учебных планов специальностей представителями выпускающих кафедр эти рекомендации, как правило, не учитываются, и в настоящее время данный курс отсутствует практически на всех специальностях технического профиля. На наш взгляд, в структуре инженерного образования необходим учебный курс, интегрирующий научное знание отдельных дисциплин вокруг стержневых идей современной естественнонаучной картины мира, как глобальной модели Природы. Основная образовательная доминанта данного курса должна быть ориентирована на раскрытие единых, характерных для всего естествознания, методологических подходов к рассмотрению любых процессов и явлений.

Очевидно, что «выкраивать» учебные часы на данный курс необходимо за счет внутренних резервов кафедр, обеспечивающих подготовку по данным дисциплинам и, в первую очередь, кафедры физики. В этом есть определенная целесообразность. Физике, как науке, принадлежит доминирующее и определяющее значение в системе естествознания. Являясь, по своей сути, целостной наукой о природе, физика объединяет все естественнонаучные теории на основе единых методологических принципов существования и развития всего материального мира. Кроме того, физика, как учебный предмет, изучается в течение трех семестров, на нее отводится наибольшее число часов среди всех естественнонаучных дисциплин. При определенном совершенствовании традиционной рабочей программы можно организовать учебный курс, посвященный мировоззренческим и методологическим аспектам современного естествознания.

В Дальневосточном федеральном университете кафедрой физики проводится та-

кая работа, и для ряда технических специальностей разработан курс «Физические основы современных технологий». Данный курс читается в четвертом учебном семестре, к этому времени студенты технических специальностей «предметно» готовы к осознанию структурного и содержательного единства естествознания: прочитаны курсы математики, физики, химии, экологии.

При разработке содержания рабочей программы курса основная трудность заключалась в выборе исходных методологических установок отбора и структурирования учебного материала, подлежащего усвоению. Основная образовательная цель курса была ориентирована на формирование в процессе преподавания не просто совокупности знаний, а системы знаний, со структурой, адекватной структуре физических теорий. Для этого необходимо было определить концептуальные основания органичного включения в содержание курса методологических и логических знаний, позволяющих в процессе обучения «внутренне» соединить физическое (естественнонаучное) знание с методами его познания.

Интеграция научного знания описываемого курса была осуществлена с использованием категориального аппарата концепции взаимосвязи общенаучной, естественнонаучной и физической картин мира [1, 2]. Понятие «картина мира» выступило межпредметной категорией-инвариантом, вокруг которого было структурировано учебное знание естественнонаучных дисциплин. Для осознания студентами общих для всего естествознания принципов организации научного знания необходимо было предложить концептуальные основы универсальной процедуры методологического анализа всего естественнонаучного знания. С учетом ведущей роли физического знания такая работа была проведена для некоторых физических теорий, определяющих содержание и структуру физических картин мира. Вся совокупность фундаментальных идей, категорий, понятий, принципов и законов соответствующей теории была подвергнута процедуре методологического анализа и структурирована в иерархическую многоуровневую систему понятий, соответствующую логике развития научного знания. Научной базой этого исследования была выбрана концепция научных революций Т. Куна [3], рассматривающая развитие науки как «двухфазный» процесс: фаза поиска «научного обоснования» сменяется фазой «нормальной науки», которая, исчерпав свои возможности, снова сменяется фазой поиска научного обоснования. На этой основе концептуальная структура фи-

зической теории была представлена в виде двух взаимосвязанных блоков: *научной парадигмы физической теории и научного знания физической теории*. Каждый из выделенных блоков, в свою очередь, является сложным структурным образованием, «движение» которых друг к другу и формирует физическую теорию. Опишем наполнение каждого блока и взаимодействия между их элементами.

1. *Научная парадигма*. Решение задачи системного анализа и структурирования понятийного аппарата научной теории в первую очередь связано с поиском системообразующего фактора, позволяющего обобщать научное знание теории в рамках современной научной картины мира. Существенным оказывается введение системы фундаментальных понятий, которые служат основанием теории, раскрывают сущность явлений окружающего мира и открывают возможность для развитой понятийной систематизации и структурирования. В качестве такой системы понятий выступают универсальные философские категории, инвариантные при переходе от одной дисциплины к другой. В рамках концепции научной картины мира в основе системы философских инвариантов лежат понятия о материи, способах и формах её существования.

Понятие *материи* является исходной «клеточкой» построения любой научной теории. Студенты должны осознавать, что окружающий нас мир в целом есть многообразие видов материи с присущими им различными формами движения – способами существования материи. При построении конкретной картины природы представления о материи и движении должны быть дополнены соответствующими представлениями о пространстве, времени, формах существования материи. Кроме того, множество материальных объектов, образующих материю, связывается в единое целое посредством внешних и внутренних связей, характеризующихся философскими категориями причинности и закономерности (определяющими, в свою очередь, категорию «взаимодействие»).

Таким образом, диалектический ряд: *материя движение пространство-время взаимодействие* является фундаментом любой научной парадигмы и «руководит» последующей структурной организацией, как парадигмы, так и всей научной картины мира.

Совместно с ним фундамент научной парадигмы образуют *общенаучные представления* (основополагающие понятия, идеи, принципы) соответствующей физической теории, которые выполняют функцию переходного звена от философского

уровня методологического анализа теории к уровню ее научного знания. Содержание этого структурного элемента полностью определяется общеподлинными представлениями, конкретизирует их в качестве ориентирующих идей, верно отражающих отдельные стороны реальных свойств неисчерпаемой в своём движении и развитии материи.

2. *Физическое знание*. Научная парадигма формирует второй блок научной теории – непосредственно физическое знание. Структура физического знания была представлена в виде трех понятийных уровней, которые соответственно обозначены: *эмпирический базис, теоретический базис* и непосредственно *ядро* физического знания и всей физической картины мира.

Эмпирический базис образуют понятия и законы, систематизирующие данные опыта и выраженные в соответствующей научной форме. Ценность эмпирических знаний связана с их «надежностью», «незыблемостью» (абсолютной объективностью в пределах погрешностей измерений) – именно это качество эмпирических знаний обеспечивает им в динамике познания две структурообразующие функции – служить источником теоретического знания и выступать в качестве критерия его истинности.

Теоретический базис физического знания образуют фундаментальные понятия и законы, построенные в результате процесса математической конкретизации общеподлинных представлений и основополагающих идей (т.е. на основе научной парадигмы) с целью придания им математической формы количественной теории. Студенты должны четко осознавать методологический статус теоретических знаний, связанный с их относительной универсальностью, т.е. способностью «единообразно» объяснять результаты потенциально бесконечного числа экспериментальных исследований иногда достаточно разнородного круга физических явлений и процессов.

Целостность физического знания обеспечивается «движением» эмпирического и теоретического базисов навстречу друг другу, обусловленным диалектическим характером индуктивно-дедуктивного метода физического познания. Средства и методы математики, логические операции анализа, синтеза, обобщения, абстрагирования и т.д., вовлеченные в процесс физического познания, приводят к построению фундаментальных физических законов, составляющих ядро физической теории.

Как уже отмечалось, первоначально содержание научной парадигмы определяет содержание физического знания, формиру-

ющего научную теорию. Но этот процесс не односторонний. По мере накопления физического знания появляются новые эмпирические данные, требуются теоретические построения, не вписывающиеся в рамки существующей парадигмы. Таким образом, рост знаний, возникновение физических парадоксов, приводит к появлению гипотез и формулировке теоретических постулатов, которые, в свою очередь, способствуют формированию новой физической картины мира.

По-нашему мнению, парадигматика Т. Куна позволяет достаточно логично представить горизонтальные и вертикальные субординации научного знания как физической, так и всей естественнонаучной картины мира. Для практики преподавания особый интерес представляет сама схема формирования выделенных понятийных структур физической картины мира. Такая схема подробно проиллюстрирована в работе [4] на примере классической механики, входящей в качестве структурной единицы в метасистему физической науки и сформировавшей механистическую картину мира.

На таких методологических позициях формировалось содержание курса «Физические основы современных технологий». Структурно курс состоит из трех фундаментальных разделов. В первом разделе непосредственно осуществляется интеграция учебного знания естественных наук с единых мировоззренческих позиций. Прослеживается генезис и развитие естественнонаучной картины мира. На примере учебного знания классической физики показывается, как вся совокупность фундаментальных понятий, идей, принципов, законов и теорий может быть представлена во взаимосвязи в виде физической картины мира, как изменение научных представлений о фундаментальных философских категориях приводит, в конечном счете, к смене механистической картины мира электродинамической. В качестве курсовой работы студентам предлагается самостоятельно провести структуризацию учебного материала по химии (биологии) и представить его содержание в виде многоуровневого понятийного аппарата химической (биологической) картины мира. Такой подход к построению данного раздела курса решает две важные задачи: *мировоззренческую* – прослеживается единый научный базис естествознания, общие закономерности преемственности научного знания, определяемые доминирующим значением физического знания, и *обучающую* – осуществляется повторение понятийного аппарата дисциплин, только на более высоком уровне обобщения и систематизации знаний.

Во втором разделе рассматриваются фундаментальные теории современной физики (квантовая механика, атомная и ядерная физика), составляющие основу квантовополевой картины мира. Только, в отличие от традиционного преподавания этих разделов в курсе общей физики, изложение ведется с позиций формирования научной парадигмы и научного знания данной картины мира, которые рассматривались в предыдущем разделе.

Третий раздел курса посвящен трансдисциплинарным направлениям современного естествознания и в нем отражены современные концепции происхождения Вселенной, элементы эволюционно-синергетической парадигмы развития живой и неживой природы. Содержание данного раздела носит вариативный характер, определяемый профилем специальности, на которой читается данный курс.

Включение курса «Физические основы современных технологий» в образовательную практику специальностей технического профиля позволяет, в определенной мере, решить проблему содержательной целостности всего инженерного образования. Предлагаемая стратегия формирования содержания данного курса, ориентированная на акцентирование ведущей фундаментальной роли физического знания и методов его познания в системе научного знания, латентно подчеркивает системообразующую роль курса физики в структуре инженерной подготовки. Большая часть дисциплин технического цикла опирается в своей основе на фундаментальные физические теории. 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. Включение категориального аппарата концепции взаимосвязи общенаучной, естественнонаучной и физической картин мира в практику преподавания позволяет связывать между собой содержание учебных дисциплин различных циклов обучения на основе единой методологии, отражающей общие принципы построения и развития научного знания.

С этих позиций представляется обоснованным всю совокупность инженерных дисциплин объединить в ряд направлений, в основании каждого из которых лежит соответствующая физическая теория и соответственно формируемый ею раздел общей физики как учебного предмета. Так, классическая механика является основой дисциплин механического цикла, классическая

электродинамика формирует теоретический фундамент электротехнических дисциплин, теория колебаний и волн составляет фундаментальное ядро радиотехнического направления и т.д.

Проведенный предметный анализ образовательных стандартов и учебных планов различных направлений технического университета позволил выделить такие комплексы дисциплин [5]. Так, например, «образовательная цепочка» механического цикла состоит из следующих дисциплин: физика – теоретическая механика – сопротивление материалов – теория машин и механизмов – детали машин

Представление научной теории соответствующего раздела физики в виде многоуровневой иерархической понятийной структуры позволило построить внутри каждой дисциплины систему взаимосвязанных модулей, отражающую логико-дидактическую структуру дисциплины и последовательность изучения учебной информации. Структура каждого модуля представляется графической схемой, подчеркивающей причинно-следственные связи и функциональные зависимости между понятийными элементами изучаемой темы. При разработке модульных программ особое внимание уделялось преемственности научного и учебного знания дисциплин, образующих соответствующие «образовательные цепочки»: последний модуль изучаемой дисциплины одновременно становился «входным» в следующую дисциплину.

Предлагаемая интегративная стратегия изучения фундаментальных дисциплин потребовала определенной корректировки традиционных учебных планов. Так, например, практически на всех специальностях инженерных направлений философия изучается в шестом или седьмом учебном семестре. Совершенно очевидно, что такое искусственное отделение фундаментальных философских основ научного знания от его непосредственного включения в аппарат всего естествознания не только не позволяет представить в учебном процессе преемственность циклов дисциплин, но и негативно влияет на весь процесс формирования научного мировоззрения. По нашему мнению, философия совместно с соответствующим разделом физики должна формировать «дидактическую вертикаль»

образовательного процесса любой специальности технического профиля.

Таким образом, представляется целесообразным рекомендовать организацию дополнительных интегрированных курсов мировоззренческого физического содержания в образовательную практику специальностей технического профиля. Подобные курсы, содержательно синтезируя гуманитарное, естественнонаучное и техническое знания, способствуют более прочному осознанию студентами целостности научной картины мира и универсальности способов ее познания.

Список литературы

1. Ахиезер А.И., Рекало М.П. Современная физическая картина мира. – М.: Знание, 1980. – 80 с.
2. Ефименко В.Ф. Методологические основы преподавания физики: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1987. – 78 с.
3. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1972. – 208 с.
4. Клещева Н.А. Методологические аспекты обеспечения целостности обучения в техническом вузе. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 178 с.
5. Клещева Н.А., Штагер Е.В. Методология проектирования интегративной модели подготовки специалиста в техническом вузе: методическое пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 88 с.

References

1. Akhiezer A.I., Rekalov M.P. *Sovremennaja fizicheskaja kartina mira*. Moskva: Znanie, 1980. 80 p.
2. Efimenko V.F. *Metodologicheskie osnovy prepodavaniya fiziki: uchebnoe posobie*. Vladivostok: Izd-vo DVGU, 1987. 78 p.
3. Kun T. *Struktura nauchnykh revolucij*. M.: Progress, 1972. – 208 p.
4. Kleshheva N.A. *Metodologicheskie aspekty obespechenija celostnosti obuchenija v tekhnicheskom vuze*. Vladivostok: Dalnauka, 2010. 178 p.
5. Kleshheva N.A., Shtager E.V. *Metodologija proektirovanija integrativnoj modeli podgotovki specialista v tekhnicheskom vuze: metodicheskoe posobie*. Vladivostok: Izd-vo DVGUTU, 2007. 88 p.

Рецензенты:

Потапова М.В., д.п.н., зав. кафедрой общей и теоретической физики ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет» Министерства образования и науки РФ, г. Челябинск;

Грибова В.В., д.т.н., заведующая лабораторией интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ДВО РАН), г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 21.09.2012.