

УДК 378:353.9

**РАЗРАБОТКА МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫХ КУРСОВ В СИСТЕМЕ  
МАГИСТЕРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ****Клещёва Н.А.***ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: klenel@mail.ru*

Обсуждаются вопросы методологической подготовки магистрантов инженерных специальностей. 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 естественнонаучного и технического знаний. Предлагается методологическая платформа для отбора и структурирования учебного содержания курса по системной инженерии. Кратко представлено содержание каждого модуля.

**Ключевые слова:** инженерное образование, естественнонаучное образование, магистратура, научная парадигма и научное знание физической картины мира, интегративные курсы, системная инженерия

**THE DEVELOPMENT OF MULTIDISCIPLINARY COURSES IN MASTER'S  
DEGREE TRAINING SYSTEM OF ENGINEERING EDUCATION****Klescheva N.A.***Far-Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: klenel@mail.ru*

Problems of the methodological training of the masters degree candidates of engineering specialties are discussed. 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 natural science and technical knowledge is proven. The proposed methodological platform for the representation and structuring the course content is analyzed. The content of each module is briefly represented.

**Keywords:** engineering education, natural science education, magistracy, scientific paradigms and scientific knowledge of physical theory, integrative courses, system engineering

Обозначенный нормативными документами статус магистратуры, как отличного от бакалавриата, образовательного уровня в системе подготовки специалистов, требует разработки особых подходов к проектированию структуры и содержания программ магистерской подготовки. Особенно актуально обозначается данная проблема для инженерного образования, ориентированного на подготовку кадров в области приоритетных направлений развития техники и технологий. Современная высокотехнологическая среда, обладая ярко выраженными параметрами мобильности и диверсификации, предъявляет новые требования к качеству подготовки специалистов. Современный инженер-исследователь помимо глубоких фундаментальных и прикладных знаний по профилю предполагаемой профессиональной деятельности, должен иметь четкие представления о методологических и гносеологических основах инженерной деятельности, принципах и законах ее организации. Поэтому, формирование профессионализма будущих специалистов высокой квалификации должно быть

системно ориентированным, нацеленным на понимание инженерной деятельности как интегративного процесса, на развитие аналитического мышления и способности адаптироваться к изменениям технической и технологической среды, требованиям мирового рынка.

В связи с этим, в системе магистерской подготовки инженерного образования представляется целесообразной разработка «сквозных» интегративных курсов, в которых с единых методологических позиций синтезируется научное и учебное знание соответствующей профессиональной области, формируются актуальные компетенции инженерных кадров в области приоритетных направлений развития техники и технологий. Одним из возможных направлений решения этой задачи может стать проектирование междисциплинарных образовательных программ по системной инженерии, в которых комплексно рассматривается методология инженерной деятельности и инженерного образования.

В Дальневосточном федеральном университете разработка таких программ обо-

значена в качестве одного из приоритетных направлений учебно-методической деятельности вуза. В статье представлен опыт разработки интегративного курса «Основы системной инженерии»: методологическое обоснование целевой ориентированности курса, его структуры и содержания, а также логика включения основных модулей курса в образовательную практику.

Курс «Основы системной инженерии» был включен в базовую часть магистерской подготовки и рассчитан на три кредитных единицы. Структурно курс разбит на четыре модуля: «Методология современного естествознания», «Физические основы функционирования технических систем», «Социально-личностные аспекты современной инженерии», «Методология инженерного образования».

Целесообразность включения первого модуля обусловлена довольно парадоксальной ситуацией, сложившейся в технических вузах. Никто не отрицает, что естественнонаучное образование в силу своего содержательного, познавательного и мировоззренческого потенциала имеет особый социально значимый статус в системе инженерного образования. В то же время такой курс, как «Концепции современного образования», включенный в образовательные программы студентов гуманитарного и социального экономического профиля всей существующей номенклатуры специальностей высшего профессионального образования, в системе технического образования практически отсутствует. Курс рекомендуется в качестве элективного, но при формировании учебных планов специальностей представителями выпускающих кафедр эти рекомендации, как правило, не учитываются. Резкое «секвестирование» всей фундаментальной составляющей бакалавриата приводит к тому, что, изложение вопросов мировоззренческого характера при изучении дисциплин естественнонаучного цикла носит декларативный характер. В результате студенты, приобретая некоторую совокупность знаний по физике, химии, экологии и т.д., не имеют четкого представления о целостности естествознания как методологической основы инженерного мышления и деятельности, о фундаментальном единстве естественного и технического знания. На наш взгляд, на завершающей стадии инженерного образования необходим учебный курс, или хотя бы модуль в структуре соответствующего курса, интегрирующий научное знание отдельных дисциплин вокруг стержневых идей современной естественнонаучной картины мира. Основная образовательная доминанта данного модуля

курса ориентирована на раскрытие единых, характерных для всего научного знания, методологических подходов к рассмотрению любых процессов и явлений.

При разработке содержания данного модуля основная трудность заключалась в выборе исходных методологических установок отбора и структурирования учебного материала, подлежащего усвоению. Для осознания студентами общих для всего естествознания принципов организации научного знания необходимо было предложить концептуальные основы универсальной процедуры методологического анализа всего естественнонаучного знания. Учитывая фундаментальную роль *физического* знания и методов его познания в системе научного знания, а также системообразующую роль курса физики в структуре инженерной подготовки, такая работа была проведена на примере фундаментальных физических теорий, формирующих техническое знание [1]. Вся совокупность фундаментальных идей, понятий, принципов и законов соответствующей теории была структурирована в иерархическую многоуровневую систему понятий, соответствующую логике развития научного знания. Научной базой этого исследования была выбрана концепция научных революций Т. Куна [2], 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 физической 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. По-нашему мнению, парадигматика Т. Куна позволяет достаточно логично представить горизонтальные и вертикальные субординации научного знания как физической, так и всей научной картины мира. Для практики преподавания особый интерес представляет сама схема формирования выделенных понятийных структур физической картины мира. Такая схема подробно проиллюстрирована в [4] на примере классической механики, входящей в качестве структурной единицы в метасистему физической науки и сформировавшей механистическую картину мира.

Содержательно данный модуль состоит из двух разделов. В первом разделе прослеживается генезис и развитие естествен-

нонаучной картины мира, показывается, как изменение научных представлений о фундаментальных философских категориях приводит к «научным революциям» – механистическая картина мира сменяется электродинамической, которую сменяет квантовополевая картина мира. Такой подход к построению данного раздела модуля позволяет сформировать методологическую платформу, на которой раскрываются закономерности и принципы организации технического знания, раскрывается понимание инженерного мышления как интегративного процесса.

Второй раздел модуля 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 ориентировано на развитие общих представлений о естественнонаучной картине мира как глобальной модели Природы и должно быть инвариантным для различных направлений подготовки в области техники и технологий.

При формировании механизмов функциональной ориентированности *второго модуля* курса с необходимостью встал вопрос выделения того системообразующего конструкта образовательного пространства инженерной подготовки, различные проявления которого изучаются в каждом образовательном цикле, задают его целевую направленность и позволяют построить содержательный аспект обучения в техническом вузе в виде целостного единого комплекса. Данный конструкт был определен исходя из системного характера самой инженерной деятельности, предполагающей сочетание, взаимодействие и проникновение не только смежных, но и отдаленных знаний разного профиля в процессе создания и эксплуатации сложных технических конструкций [3]. В этом контексте в современной инженерной деятельности возникает задача кооперации не только различных видов инженерных работ – исследования, изобретательства, проектирования, конструирования (обеспечение объектной целостности), но и представителей различных отраслей инженерии: механиков, электриков, радиотехников, экономистов и т.п. (обеспечение субъектной целостности).

Таким образом, современная инженерия, выступая, как определенная целостность, позволяет выделить общий для всех направлений политехнической подготовки объект исследования – *техническую систему* (ТС). Адекватное отражение поли-

функциональной структуры инженерной деятельности обеспечивается тем, что данное понятие включает в себя в качестве подсистем понятия механической системы, электротехнической системы, радиотехнической системы, теплотехнической системы и др., которые представляют собой множество дисциплинарных образов ТС, являющихся предметом изучения различными инженерными направлениями.

Значимость понятия ТС для организации целостного образовательного пространства инженерной подготовки заключается в том, что в общем случае теоретическое исследование любой технической системы складывается из синтеза описания естественных процессов, происходящих в ней (естественнонаучное знание), ее технических свойств и структурной организации (техничко-профессиональное знание). В этой связи научно-техническое знание современной инженерии необходимо рассматривать как определенный слой в общей структуре научного знания, являющийся продолжением науки в сферу решения практических задач. Методологической основой строения и развития комплекса научно-технических знаний являются естественнонаучные исследования. Однако формирование технических знаний не ограничивается внешним фактором присоединения естественно-научной теории к технологическому опыту. Сущность любого технического знания связана с глубокой переработкой и развитием научного аппарата естествознания с целью формирования методов исследования в инженерной практике. Тем самым, техническая система как некий обобщенный образ объекта исследования инженерии может одновременно выступать и как объект исследования науки, и как предмет проектирования, и как продукт производства. В этом смысле можно говорить о генетической взаимосвязи технических знаний являются естественнонаучные исследования. Однако формирование технических знаний не ограничивается внешним фактором присоединения естественно-научной теории к технологическому опыту. Сущность любого технического знания связана с глубокой переработкой и развитием научного аппарата естествознания с целью формирования методов исследования в инженерной практике. Тем самым, техническая система как некий обобщенный образ объекта исследования инженерии может одновременно выступать и как объект исследования науки, и как предмет проектирования, и как продукт производства. В этом смысле можно говорить о генетической взаимосвязи естественных и технических наук в общей системе современного научного знания.

Экстраполяция методологических подходов к анализу научного знания, рассматриваемая в первом модуле курса, на область исследования «образовательного функционирования» ТС позволила выделить следующие уровни методологического анализа изучения закономерностей поведения ТС в учебных дисциплинах различных циклов инженерной подготовки: *мировоззренческий*, предполагающий исследование фундаментальных законов и явлений, лежащих в основе функционирования любой ТС; *теоретический*, требующий исследования содержательных общенаучных концепций, лежащих в основе функционирования различных модификаций ТС; *техничко-ориентированный*, направленный на исследование закономерностей и особенностей функционирования конкретных видов ТС; *профессионально-деятельностный*, определяющий специфику изучения основных видов инженерной деятельности по конструированию, проектированию, монтажу и эксплуатации конкретных видов ТС.

Таким образом, модуль «Физические основы функционирования технических систем» выступает в качестве содержательной общенаучной основы курса, определяющей конкретный категориально-понятийный аппарат изучения поведения того или иного вида ТС. Так теоретической основой, описывающей поведение механических систем, является классическая механика, электротехнических систем – классическая электродинамика, радиотехнических систем – теория колебаний и волн, теплотехнических систем – термодинамика и т.д. Однако, традиционное предметное содержание соответствующих разделов физики, изучаемое в системе бакалавриата, на данном этапе представляется в виде структурно-логического графа соответствующей физической теории, в котором в качестве вершин представлены фундаментальные физические понятия и законы, определяющие механизмы функционирования соответствующего класса технических систем. Совершенно очевидно, что данный модуль требует разработки специфического содержания для каждого направления инженерной подготовки.

Содержание третьего модуля «Социально-личностные аспекты системной инженерии» раскрывает мировоззренческий смысл той или иной инженерной деятельности, ее роль и место в совокупной деятельности коллектива, общества в целом. Определяются также социально-этические регулятивы современного специалиста, включены элементы инженерной инноватики.

Логически завершает курс модуль «Методология инженерного образования». Целесообразность включения данного элемента знаний в структуру курса была обусловлена двумя факторами. Во-первых, на многих кафедрах магистранты вовлечены в преподавательскую деятельность и должны иметь представление об общих принципах организации образовательного процесса, современных педагогических технологиях, используемых в инженерном образовании. Кроме того, изучение передового опыта зарубежного инженерного образования (на примере систем технического образования Германии и США), как расширяет общую эрудицию, так и позволяет будущим специалистам иметь представления о современных требованиях мирового рынка образовательных услуг

Предлагаемый подход к построению структуры курса «Системная инженерия» ориентирован на решение двух важных образовательных задач. В содержании курса на более высоком методологическом и онтологическом уровнях синтезируется научное и учебное знание дисциплин бакалавриата, и в этом смысле, реализуется идея непрерывной подготовки специалиста. В то же время, курс представляет собой принципиально отличную от практики бакалавриата дидактическую единицу, в которой содержатся новые элементы знаний о целостном характере современного естествознания, о системной структуре инженерного познания и инженерной деятельности. Представляется целесообразным рекомендовать в практику магистерской подготовки разработку интегративных курсов, основанных на ярко выраженном мульти-и междисциплинарном подходе к проектированию его содержания и учебно-методического обеспечения. Включение подобных курсов в образовательную практику различных направлений инженерной подготовки может способствовать более прочному осознанию студентами целостности и системности современной инженерии, универсальности способов ее познания и освоения.

#### Список литературы

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