

РАЗДЕЛ V
КОНКРЕТНЫЕ МЕТОДИКИ И ИННОВАЦИИ
В ПРАКТИКЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Part V. SPECIFIC TECHNIQUES AND INNOVATIONS
IN THE PRACTICE OF EDUCATION

Философия образования. 2022. Т. 22, № 1

Philosophy of Education, 2022, vol. 22, no. 1

Научная статья

УДК 387+13

DOI: 10.15372/PHE20220110

**Дисциплинарная конвергенция как механизм модернизации
образовательного пространства инженерного вуза**

Штагер Елена Васильевна¹

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия,
elena-shtager@mail.ru, shtager.ev@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7663-4294>

Аннотация. *Введение.* Современные механизмы работы педагогической системы инженерного вуза ориентированы на организацию обучающей среды конвергентного типа, предполагающей взаимообъединение гуманитарного, естественно-научного и технического знания. Такой подход рассматривается в качестве методологической основы концепции целостности, важнейшей составляющей которой является принцип осознанности восприятия научной картины мира. *Методология.* Общенаучную базу исследования составили идеи современной философии образования, позиционирующие категорию конвергенции в качестве основополагающей аксиомы мировоззрения; системный подход как общепринятая методологическая база исследования феномена целостности; концепция научной картины мира как базовое основание предметной стороны научного мировоззрения. *Обсуждение.* Представлена процедура разработки концептуального и технологического аспектов дисциплинарной конвергенции как механизма системного синтеза всех форм научного и предметного знания инженерии. Концептуальность связывается с построением междисциплинарной модели инженерной подготовки, дидактическим продуктом которой выступают междисциплинарные цикловые комплексы. Разработка процедуры включения таких комплексов в образовательное пространство вуза формирует технологический аспект дисциплинарной конвергенции. Решение этой задачи организовано на базе концепции научной картины мира, позволившей сформировать алгоритм интегративной образовательной технологии. Выявлено общеформирующее звено междисциплинарного синтеза – дисциплина-концентр. Описана технология проектирования содержания и методического обеспечения дисциплины-концентра. Представлена процедура проектирования содержания и организации обучения на базе междисциплинарных цикловых комплексов

для когнитивной структуры инженерного вуза¹, имеющей единый объект изучения – механические системы. *Заключение.* Предложенный подход к проектированию образовательного контента и организации обучения позволяет наиболее эффективно реализовать идею целостности профессиональных знаний, понимаемую как сформированность базовых элементов научного мировоззрения. Полученные результаты позволили сформулировать универсальные правила модернизации образовательных программ инженерного вуза, реализующие принципы междисциплинарного синтеза всех форм предметного знания.

Ключевые слова: инженерное образование, дисциплинарная конвергенция, междисциплинарная модель, дисциплина-концентр, понятийный концепт, уровни синтеза научного знания

Для цитирования: Штагер Е. В. Дисциплинарная конвергенция как механизм модернизации образовательного пространства инженерного вуза // Философия образования. 2022. Т. 22, № 1. С. 154–170. DOI: <https://doi.org/10.15372/PHE20220110>

Scientific article

Disciplinary convergence as a mechanism for modernizing the educational space of an engineering university

Elena V. Shtager¹

¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, elena-shtager@mail.ru, shtager.ev@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7663-4294>

Abstract. *Introduction.* Modern mechanisms for the work of the pedagogical system of an engineering university are focused on the organization of a learning environment of a convergent type, involving the interconnection of humanitarian, natural-scientific and technical knowledge. This approach is seen as the methodological basis of the concept of integrity, the most important component of which is the principle of awareness of the scientific picture of the world. *Methodology.* The general scientific base of the study was the ideas of the modern philosophy of education, positioning the category of convergence as the fundamental axiom of worldview; a systemic approach as a generally accepted methodological framework for the study of the phenomenon of integrity; the concept of the scientific picture of the world as the basic basis for the substantive side of the scientific worldview. *Discussion.* The procedure of implementation of conceptual aspect and technological aspect of disciplinary convergence as mechanism of systemic synthesis of all forms of scientific and substantive knowledge of engineering is presented. Conceptuality is associated with the construction of an cross-disciplinary model of engineering training, the didactic product of which is cross-disciplinary cycle complexes. The development of the procedure for including such complexes in the educational space of the university forms the technological aspect of disciplinary convergence. The solution of this problem is organized on the basis of the concept of a scientific picture of the world, which made it possible to form an algorithm for integrative educational

¹ Когнитивная структура инженерного вуза – укрупненная группа направлений подготовки, работающая по принципу единства базовой части образовательных программ.

technology. A general formative link of cross-disciplinary synthesis has been identified – discipline-concentrate. The technology of content design and methodical support of discipline-concentrate is described. The procedure for designing content and organizing training on the basis of cross-disciplinary cycle complexes for the cognatic structure of an engineering university, formed on the principle of unity of the object of study² – mechanical systems, is presented. *Conclusion.* The proposed approach to designing educational content and organizing training allows the most effective implementation of the idea of the integrity of professional knowledge, understood as the formation of basic elements of a scientific worldview. The obtained results made it possible to formulate universal rules for modernization of educational programs of an engineering university, which implement the principles of cross-disciplinary synthesis of all forms of subject knowledge.

Keywords: engineering education, disciplinary convergence, cross-disciplinary model, discipline-concentrate, conceptual concept, levels of synthesis of scientific knowledge

For citation: Shtager E. V. Disciplinary convergence as a mechanism for modernizing the educational space of an engineering university. *Philosophy of Education*, 2022, vol. 22, no. 1, pp. 154–170. DOI: <https://doi.org/10.15372/PNE20220110>

Введение. Современные тенденции к значительному расширению механизмов работы образования ориентируют педагогическую систему инженерного вуза на организацию обучающей среды конвергентного типа, в которой взаимообъединяется общенаучная, общинженерная и профессиональная подготовка [1; 2]. Возврат к парадигме целостности обусловлен высокой технологичностью современного социума, «провоцирующей» глобальную конвергенцию всех сфер жизнедеятельности. Конвергенция «объявлена» новой формой образовательной среды, достигается посредством междисциплинарности всех форм научного знания и выступает основополагающим принципом формирования целостности представлений о научной картине мира [3–5].

Усиление междисциплинарности обусловило появление новых типов нестандартных инженерных задач, решение которых возможно путем применения универсальных (обобщенных) способов обработки информации. В этой связи на одно из первых мест в комплексе международных критериев качества системы образования выходит компетентностная база умений работать с информационными массивами. Такой подход нашел отражение и в основных нормативных документах отечественной образовательной сферы. Во ФГОС последнего поколения современные образовательные результаты формулируются в терминах обобщенных видов деятельности как средств достижения целостности научного мировоззрения.

Включение конвергенции в качестве основополагающей категории в процесс проектирования интегральных образовательных сред, по

² The cognitive structure of an engineering university is an enlarged group of training areas working on the principle of unity of the basic part of educational programs.

сути, можно рассматривать как поиск инновационных подходов к «исторической» проблеме обеспечения междисциплинарного синтеза всех уровней профессиональной подготовки [2]. Необходимо отметить, что проблема обеспечения целостности образовательного пространства не нова для педагогической системы отечественной высшей школы. Вместе с тем отмечается, что одной из нерешенных задач интеграции вузовской инженерной подготовки по-прежнему остается явная недостаточность специальных исследований комплексного проектирования междисциплинарных образовательных моделей как системных объектов [6]. Разрабатываемые подходы ограничены исследованием локальных зон (узкий спектр дисциплинарных кластеров), что проявляется в известном разрыве системных связей знаниевой компоненты в целом.

Таким образом, в системе высшего технического образования обозначилось противоречие между активно развивающимися процессами конвергенции обучающей среды, постулирующими необходимость выстраивания учебного материала в виде целостной навигационной платформы, и традиционной узкопрофильностью инженерии, проявляющейся в *линейном стиле* организации обучения. Как отмечает М. В. Ковальчук, в системе высшего образования имеются объективные предпосылки к реализации конвергентных идей, но в целом вузовский образовательный процесс продолжает функционировать в прежней академической парадигме, не учитывая в полной мере изменения социокультурной действительности [2].

Отмеченное противоречие позволило выделить основную проблему исследования, заключающуюся в установлении соответствия между существующими теорией и методикой инженерной подготовки и практикой образовательного процесса по формированию *целостной смысловой картины мира как фундаментального ядра инженерии*.

Выявленная проблема позволила сформулировать цель исследования – разработка методологических и методических основ конструирования целостной образовательной среды инженерной подготовки, актуализирующей процесс формирования ядра профессиональных знаний. Объектом исследования выбран процесс обучения в инженерном вузе. Предмет исследования – теоретико-практические аспекты междисциплинарности инженерного вуза.

Идея реализации конвергентного подхода потребовала упорядочения понятийного поля исследования. Представляется целесообразным говорить о конвергенции в образовании «как процессе объединения образовательных программ, наук и педагогических технологий» [7, с. 20], то есть взаимном проникновении дисциплин при их изучении. На этой основе нами сформировано понятие «дисциплинарной конвергенции инженерного вуза как целенаправленной процедуры реализации междисциплинарной струк-

туры политехнического знания, активизирующей процесс формирования фундаментального ядра инженерии» [8, с. 15].

Гипотеза исследования – целостность и преемственность обучения в техническом вузе будет обеспечиваться, если в основу организации обучения положить современные представления о конвергенции как основополагающей категории проектирования интегральных образовательных сред, реализующих междисциплинарный синтез всех форм научного и предметного знания инженерии.

На этом основании сформулирована задача исследования: разработка *информационно-мировоззренческого аспекта* процесса обучения как концептуальной основы междисциплинарности и *технологического аспекта* как инструмента реализации стратегии междисциплинарных коммуникаций в горизонтальной и вертикальной субординациях учебных программ.

Результаты исследования представлены в монографии «Дисциплинарная конвергенция инженерного вуза» [9; 10]. Цель статьи – аннотирование представленных в монографии исследовательских мероприятий и полученных результатов по проблеме дисциплинарной конвергенции как теоретико-практической базе модернизации образовательного пространства инженерии.

Методология. Теоретико-методологическую основу исследования составили идеи современной философии образования, позиционирующие категорию конвергенции в качестве основополагающей аксиомы мировоззрения (М. Кастельс [11], М. В. Ковальчук [2], Н. В. Наливайко и др. [12], Д. В. Черникова [13] и др.). Современная парадигма образования, реализующая переход от принципа учения к эволюционному принципу научения, самообучения, от отдельных связей к связям системного характера в качестве приоритета рассматривает умение учиться, понимаемое как умение выявлять существенные связи, определяющие некоторую целостность на основе научных представлений о междисциплинарности. Постулируется переход от триады «знания – умения – навыки» к замкнутому циклу «знания – умения – навыки – технология – производство знаний». Такой подход формирует сущностное содержание личностно-образовательной направленности обучающей среды, реализацию которой «поддерживают» конвергентные технологии. Вместе с тем в качестве глобальной проблемы педагогики выделяется дисбаланс между инновационным лично-образовательным подходом и традиционными педагогическими приемами, который, по мнению Н. В. Наливайко и др., «вынуждает философию образования отказаться от классических традиционных ценностей и перейти к новому идеалу – самостоятельной институционализации индивида на основе образования и самообразования» [14, с. 297]. Несомненно, эти противоречия должны учитываться в процессе модернизации среды обучения.

Доминирование в научных исследованиях парадигмы целостности требует разработки единого подхода к конструированию всех звеньев педагогической системы вуза. Системный подход как методологическая база исследования феномена целостности позволяет комплексно решить эту задачу (И. В. Блауберг, В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин [15], Е. В. Ушакова [16] и др.). В работах Ю. К. Бабанского [17], В. П. Беспалько [18], М. С. Кагана [19], Г. Н. Серикова [20] и др. исследованы различные аспекты системности педагогического процесса. Однако потенциал *интегративной функции* системного подхода, заключающийся в универсальности инструментария конструирования сложных социальных систем, какой является педагогическая система инженерного вуза [21; 22], не получил целостного теоретико-практического приложения. Комплексное включение конвергентных идей в стратегию проектирования интегральной образовательной среды на базе методологии системного подхода позволит решить следующие задачи:

- повысить интегративность, системность и функциональность теоретических знаний и действий;
- выделить информационные инварианты и установить на этой основе междисциплинарные связи как базу общетеоретического фундамента профессиональной подготовки;
- вооружить студентов обобщенными способами самостоятельного получения знаний.

Вузовская дисциплинарная структура может стать основой формирования целостной картины мира, когда научное и учебное знание будет осмыслено с позиций единой методологии. Как показали исследования В. С. Готта [23], В. Ф. Ефименко [24], М. В. Мостепаненко [25], Р. Ю. Рахматуллина [26] и др., основой решения этой задачи является концепция научной картины мира (НКМ) «как главная часть предметной стороны научного мировоззрения» [26]. Конкретизация основных идей НКМ при формировании единой структуры категориально-понятийного аппарата базовых инженерных дисциплин может стать особым методологическим подходом к обеспечению целостности системы научного мировоззрения.

В качестве теоретико-практической базы оптимизации методов подачи научного и предметного знания инженерных дисциплин используется инструментарий *педагогического дизайна* – модель *ADDIE* как инновационный стандарт разработки учебных курсов.

Сочетание методологической базы с решением практических задач обусловило выбор следующих теоретических и эмпирических методов исследования: анализ образовательных стандартов и нормативно-правовых актов для обоснования рабочей гипотезы; анализ педагогического тезауруса для корректировки понятийного поля проблемы; системно-структурный анализ для построения содержания учебных дисциплин; моделирование

учебного процесса для выстраивания траектории реализации разработанной теории. Указанные подходы позволяют интегрировать в навигационном проектировании образовательной среды современные общенаучные достижения гносеологии и методологии. Эти социосистемные знания способствуют расширению мировоззренческого контента и выявлению новых путей трансцендирования в глобализирующемся мире [27].

Обсуждение. Дисциплинарная конвергенция как целенаправленная процедура формирования фундаментального ядра профессиональных знаний предполагает последовательную разработку двух аспектов: *концептуального* и *технологического*. Концептуальность связывается с обоснованием информационно-мировоззренческой платформы междисциплинарности всех форм научного и предметного знания инженерной подготовки. В проведенном исследовании разработка общей концепции процесса обучения приобрела конкретную детализацию схемы построения *междисциплинарной модели* инженерной подготовки. Методология проектирования междисциплинарной модели описана в первой части аннотируемой монографии [9, с. 27–77]. Показано, что интегративная функция системного подхода позволила сформировать универсальный алгоритм проектирования междисциплинарной модели, начиная с обоснования системообразующего конструкта; определения функциональной ориентированности модели; раскрытия дисциплинарной структуры модели и заканчивая выяснением механизмов поведения модели.

Поскольку в качестве универсального объекта инженерной деятельности выступает категория *техническая система* (ТС), проблема выявления системообразующего конструкта образовательного пространства технического вуза решена «автоматически». Процедура построения междисциплинарной модели в первую очередь потребовала формулировки обобщенной цели инженерной подготовки как конкретизации теоретической базы целеполагания – формирование теоретических и профессионально-деятельностных основ проектирования и исследования поведения различных ТС. Для выяснения «степени участия» каждой дисциплины в процессе достижения сформированной целевой установки разработаны комплекс диагностических параметров образовательного функционирования ТС и технология системного анализа содержания учебных дисциплин на предмет проявления в них этих параметров. В результате диагностики множества учебных предметов проявляется структура междисциплинарной модели, актуализирующая фундаментальное информационное ядро каждого направления инженерной подготовки. В качестве фундаментального ядра выступает базовая естественно-научная (физическая) теория соответствующей инженерной специализации. Дисциплина, аккумулирующая базовую физическую теорию, названа *дисциплина-концентр*.

Процедура проектирования междисциплинарной модели выявила неоднородность структуры образовательного контента, выразившуюся в проявлении ряда дисциплин, содержание которых наиболее рефлексивно по отношению к диагностическому инструментарию ТС. Предметное знание таких дисциплин формирует своеобразные зоны перехода между образовательными циклами (модулями). Для обеспечения целостности и системности обучающей среды предложено формировать на основе таких дисциплин междисциплинарные цикловые комплексы (МЦК).

Определение содержательных каналов междисциплинарного взаимодействия (диагностика проявлений ТС) позволило структурировать предметное пространство инженерного вуза в *подготовительный, базовый и профессиональный* уровни, что сформировало образовательную вертикаль инженерной подготовки в виде взаимосвязанных междисциплинарных комплексов: МЦК *Пропедевтический*, МЦК *Фундаментальный* и МЦК *Профильный*. Проведенное исследование показало, что дисциплина-концентр, аккумулирующая информационное ядро каждой инженерной специализации, входит в структуру МЦК *Фундаментальный* и «руководит» организацией гносеологических зон перехода между всеми цикловыми комплексами. Конструирование комплекса МЦК завершает этап информационно-мировоззренческого обоснования концепции обучения и переводит общеметодический аспект системного проектирования в область разработки принципов функционирования МЦК.

Разработка процедуры включения междисциплинарных комплексов в обучающую среду – *технологический аспект* дисциплинарной конвергенции, описанный во второй части монографии [10]. Показано, что сформированная междисциплинарная модель выступает предметной основой целостной технологии инженерной подготовки. Концептуальное значение модели заключается в наглядной демонстрации того «факта», что «успешность» дисциплинарной конвергенции будет определяться «качеством» включения научного знания дисциплины-концентра в соответствующие уровни научного знания образовательной среды. Для решения этой задачи использована методологическая платформа научной картины мира, позволившая разработать следующий алгоритм интегративной образовательной технологии:

- формирование представлений о философских инвариантах как методологическом фундаменте инженерии (*трансдисциплинарный синтез научного знания*);

- формирование представлений о фундаментальном ядре профессиональных знаний как многоуровневой категориально-понятийной структуре научной теории дисциплины-концентра (*внутрисциплинарный синтез предметного знания*);

– построение дидактической структуры учебных программ профильных дисциплин на базе понятийных инвариантов ядра профессионального знания (*междисциплинарный синтез профессионального знания*).

Трансдисциплинарные коммуникации научного знания, обеспечивающие конвергенцию гуманитарной и технической информации, реализуются на платформе МЦК *Пропедевтический* путем включения в структуру образовательных программ всех инженерных направлений на первом курсе подготовки метапредметного модуля «Философские основания естествознания». В качестве дидактических единиц модуля выступают базовые элементы методологии научных исследований: приемы анализа, синтеза, обобщения, классификации, систематизации научной информации. Конкретно-деятельностная отработка этих приемов осуществляется посредством методологического инструмента научной картины мира, выраженного инвариантным рядом «*материя – движение – пространство-время – причинность – закономерность*». С этой целью посредством инструмента дисциплин МЦК *Пропедевтический* предлагается продемонстрировать обучающимся процедуру методологического анализа и систематизации понятийного множества научной теории дисциплины-концентра на базе общеполитических инвариантов; «результат» процедуры анализа представить в виде наглядного понятийного графа, отражающего категориально-понятийную иерархичность базовой научной теории соответствующей инженерной специализации. Выяснение технологии включения инвариантов философии в построение понятийного тезауруса конкретно-научного знания раскрывает способ реализации *трансдисциплинарных коммуникаций* по вертикали образовательного пространства. Формирование на этой основе научных представлений о содержании, структуре, принципах взаимосвязи инвариантов философии позволяет сформировать методологическую базу, на которой раскрываются закономерности строения теоретического фундамента любого научного знания, дается понимание инженерного мышления как конвергентного процесса.

Включение в структуру учебных элементов МЦК *Пропедевтический* представлений об иерархичности категориально-понятийного аппарата естественно-научной теории дисциплины-концентра формирует гносеологическую зону перехода между МЦК *Пропедевтический* и МЦК *Фундаментальный*. Использование понятийного графа на платформе МЦК *Фундаментальный* позволяет сгруппировать учебную информацию дисциплины-концентра во взаимосвязанный ряд понятийных структур, названных *понятийными концептами* (ПК), что с наглядностью проявляет принципы *внутридисциплинарной коммуникации* предметного знания в МЦК *Фундаментальный*.

Одновременно с этим каждый понятийный концепт представляет собой *метапредметный* паттерн базового знания инженерной специ-

ализации, включение которого в качестве вводного блока в структуру учебных программ специальных дисциплин в МЦК *Профильный* реализует идею *междисциплинарного синтеза* политехнической подготовки. Она заключается в том, что изучение традиционного предметного содержания специальных курсов подкрепляется соответствующими понятийными концептами дисциплины-концентра, выполняющими функцию единой системы ориентировки студентов во всем множестве учебной информации направления подготовки. Организационно-методический аспект представления обучающимся комплекса ПК предлагается реализовать путем привлечения универсального инструментария педагогического дизайна – методики ADDIE для разработки обучающего ресурса (учебного пособия) как целостной модели базовых знаний.

Представленный подход комплексной модернизации инженерной подготовки разрабатывался для определенной когнатической структуры технического вуза – *Кластера МС*, что позволило конкретизировать *предмет исследования*. Необходимость работы с когнатическими структурами обусловлена современными тенденциями к значительному расширению механизмов образования, ориентирующими обучающихся на возможность одновременного освоения нескольких квалификаций. Укрупнение групп профессий по целым областям инженерной деятельности обусловлено глобальными процессами конвергенции всех сфер жизни социума и диктует необходимость проектирования обучающей платформы, имеющей единый базовый стандарт для родственных (*когнатических*) специализаций. Такой подход нашел свое воплощение в современных образовательных стандартах, где ряд направлений высшей профессиональной подготовки в области техники и технологии объединен в комплекс с единым общеобразовательным гуманитарно-социально-экономическим модулем, математическим и естественно-научным циклом. Основным отличием образовательных программ направлений является оригинальность профессионального модуля (профильные дисциплины специализаций).

Кластер МС сформировали следующие направления инженерной подготовки: *Машиностроение; Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры; Строительство*. В качестве системообразующего основания когнатической структуры выступает общая целевая установка профессионально-деятельностной сферы – *проектирование, сооружение и эксплуатация инженерных объектов как сложных технических систем*. Определяющим когнатическим признаком является общность классов изучаемых эмпирических объектов: механизмы как устройства для передачи и преобразования движения в машинах (профиль *Технология машиностроения*); системотехника морской инфраструктуры (профиль *Кораблестроение*); сооружения строительной сферы (профиль *Строительство уникальных зданий и сооружений*). Анализ специфических

особенностей эмпирических объектов позволил выявить единство дисциплинарного образа выбранных направлений подготовки – *Механическая система* (МС). На этом основании исследуемая совокупность инженерных специализаций получила название *Кластер МС*. При этом МС представляет собой обобщенный образ объекта исследования инженерии: он может одновременно рассматриваться и как научный объект, и как продукт производства.

Единство объекта изучения обеспечивает единство методологических и операционно-деятельностных установок при формировании образовательной стратегии в когнитивных структурах, что с наглядностью проявлено при проектировании обобщенной междисциплинарной модели инженерной подготовки *Кластера МС* [9, с. 71–75]. В качестве структурных элементов модели выступают все циклы инженерной подготовки: гуманитарный и социально-экономический модуль (ГСЭ); цикл математических и естественно-научных дисциплин (МЕНД); цикл общепрофессиональных дисциплин (ОПД); профессиональный цикл (специальные дисциплины по выбору профиля СД). Определение содержательных каналов взаимосвязи между дисциплинами выявило дисциплину-концентр *Кластера МС – Теоретическая механика*. Информационное ядро дисциплины-концентра – классическая механика Галилея – Ньютона.

Формирование междисциплинарных цикловых комплексов *Кластера МС* основано на процедуре объединения внутри образовательных циклов в единую подструктуру учебных дисциплин, наиболее полно выполняющих функцию информационной поддержки дисциплины-концентра. Определяющей базой выступили параметры диагностики, задающие уровни методологического анализа представления МС во всех учебных модулях (мировоззренческий, теоретический, технико-ориентированный, профессионально-деятельностный). В результате выявления уровней интеграции дисциплин был определен предметный состав МЦК *Кластера МС*: МЦК *Пропедевтический: Философия познания + История отрасли*; МЦК *Фундаментальный: Физика + Теоретическая механика*; МЦК *Профильный: Механика* (дисциплинарно-предметные отделы теоретической механики) + БАЗА (профильные дисциплины специализаций).

Технологический аспект дисциплинарной конвергенции разрабатывался как особый комплекс организационно-методических подходов к проектированию содержания и организации обучения *Кластера МС* на базе сформированных МЦК. Учитывая универсальность МЦК *Пропедевтический* для всех инженерных кластеров, особое внимание уделено разработке методологических и методических основ системно-целостной технологии изучения *Теоретической механики* как дисциплины-концентра МЦК *Фундаментальный*. Предложена следующая процедура проектирования учебного курса: категориально-понятийное структурирование научной

теории механики; логико-дидактическое конструирование предметного знания; структурирование базовых дидактических единиц в понятийные модули; разработка обучающего ресурса как гипертекста.

Результат решения первой задачи – структурно-логический граф понятийного содержания научной теории механики; второй задачи – аналитическая модель базовых знаний теоретической механики; третьей задачи – взаимосвязанный ряд понятийных концептов, поддерживающих инвариантное ядро каждого раздела дисциплины: ПК *Статика*, ПК *Кинематика*, ПК *Динамика*, ПК *Аналитическая механика*; четвертой задачи – учебное пособие, актуализирующее обобщенные принципы организации научного и предметного знания и позволяющее использовать обучающий ресурс в качестве навигатора освоения базового знания предмета [28]. Процедура решения каждой задачи представлена в [10, с. 22–72].

При формировании обобщенной схемы междисциплинарных коммуникаций в МЦК *Профильный* мы исходили из методологических оснований взаимосвязи научного знания отделов теоретической механики с фундаментальной базой специальных дисциплин *Кластера МС*. Исследование концептуального аспекта дисциплинарной конвергенции проявило интегрированную единицу *Механика*, образованную дисциплинарно-предметными отделами теоретической механики: *Соппротивление материалов*, *Теория механизмов и машин*, *Детали машин и основы конструирования*, *Гидравлика* – в качестве связующего звена общепрофессиональных и специальных дисциплин. Обоснована идея методологического коридора от МЦК *Фундаментальный* к МЦК *Профильный* – предоставление обучающимся взаимосвязанного комплекса понятийных концептов теоретической механики как метапредметных паттернов *Кластера МС*, задающих единый вектор ориентировки в базовом профессиональном знании [9, с. 68–79]. Так, для *Кластера МС* понятийные структуры учебных разделов теоретической механики выступают в качестве паттернов соответствующих дисциплинарно-предметных отделов *Механики*: сопротивление материалов – ПК *Статика*; теория механизмов и машин – ПК *Кинематика*, ПК *Динамика*; детали машин и основы конструирования – ПК *Статика*, ПК *Кинематика*, ПК *Динамика*; гидравлика – ПК *Динамика механической системы*. Включение ПК в структуру вводного знания учебных программ специальных дисциплин МЦК *Профильный* обеспечивает реализацию *междисциплинарного синтеза* профессионального знания. Посредством ПК задается общность характеристик дисциплинарного образа *Кластера МС*, единство процедуры систематизации учебной информации, раскрывается субординация законов и теорий. Такой подход обеспечивает эффективное междисциплинарное взаимодействие как в цикле общепрофессиональных, так и специальных учебных предметов.

Заключение. Идея реализации целостности профессиональных знаний, понимаемая как целенаправленное формирование базовых элементов научного мировоззрения, ориентирует педагогическую систему инженерного вуза на необходимость включения представлений о конвергенции образовательной среды в качестве фундаментального принципа взаимодействия гуманитарного, естественно-научного и технологического знания. Предложенная теоретико-практическая база моделирования образовательного контента ориентирована на организацию специализированных способов представления учебной информации посредством понятийных концептов базового инженерного знания. Включение таких метапредметных конструкторов в вертикаль политехнической подготовки позволяет системно реализовать синтез предметной информации и основной принцип конвергентного образования – образование понимания.

Экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы исследования осуществлялась в ходе многоэтапного педагогического исследования (2011–2019 гг.) на базе инженерных направлений Дальневосточного федерального университета: *Машиностроение, Кораблестроение, Строительство*. Организована интегральная процедура выяснения эффективности предложенной модели обучающей среды. В качестве оценочной базы сконструированы специализированные тесты, построенные на основе концепции самоорганизации опыта. Разработана матрица качественных критериев эффективности результатов обучения, позволяющая измерить уровень сформированности базовых логико-аналитических компонент мышления: *узнавание* – количество осознанных междисциплинарных связей; *репродуктивное* – умение применить знание в вариативных ситуациях; *продуктивная деятельность* – умение анализировать и обобщать предлагаемое знание; *трансформация* – осознанность познавательной деятельности. В целом результаты педагогического эксперимента проявили положительную динамику продуктивного характера учебной деятельности, что позволяет говорить о подтверждении рабочей гипотезы исследования. Тем самым предложенную процедуру дисциплинарной конвергенции можно рассматривать в качестве одного из теоретико-практических подходов модернизации образовательного пространства инженерии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Горохов В. Г.** Эволюция инженерии: от простоты к сложности: монография. М.: ИФРАН, 2015. 199 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30466799>
2. **Ковальчук М. В.** Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6, № 1-2. С. 13–23. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15635327>
3. **Лубский А. В.** Междисциплинарные научные исследования: когнитивная «мода» или социальный «вызов» // Социологические исследования. 2015. № 10 (378). С. 3–11. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24880368>

4. **Баксанский О. Е.** Конвергентные технологии в контексте современной философии образования // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2014. № 3. С. 7–17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24146878>
5. **Исмагилов Р. М.** О конвергентном образовании // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т13. С. 351–355. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23583843>
6. **Свечкарев В. П.** Конвергентное образование на основе когнитивных технологий // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1-2 (34). С. 51. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23659916>
7. **Новиков А. Н.** Конвергенция образовательных программ бакалавриата в университетском образовании // Ученые записки Забайкальского государственного университета. 2017. Т. 12, № 5. С. 20–26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30509910>
8. **Штагер Е. В.** Актуализация конвергентного подхода в образовательном процессе инженерного вуза // Философия образования. 2021. Т. 21, № 1. С. 7–22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45332300>
9. **Штагер Е. В.** Дисциплинарная конвергенция инженерного вуза: монография: в 2 ч. Ч. 1. Концептуальный аспект. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. 90 с.
10. **Штагер Е. В.** Дисциплинарная конвергенция инженерного вуза: монография: в 2 ч. Ч. 2. Технологический аспект. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. 88 с.
11. **Кастельс М.** Информационная эпоха: экономика, общество и культура. М.: ГУ ВШЭ, 2000. 606 с.
12. **Наливайко Н. В., Ушаков П. В., Ушакова Е. В.** Глобальный антропный кризис и ключевая роль образования в судьбах мира // Философия образования. 2016. № 1 (64). С. 15–34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25871801>
13. **Черникова Д. В., Черникова И. В.** Расширение человеческих возможностей: когнитивные технологии и их риски // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321, № 6. С. 114–119. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18796090>
14. Качество современного отечественного образования: сущность и проблемы: монография / Н. В. Наливайко, Е. А. Пушкарева, Р. Н. Шматков, С. В. Камашев, Т. С. Косенко, Б. О. Майер, А. В. Наливайко, Ю. В. Пушкарев, М. Н. Шматков. Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2009. 312 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20093309>
15. **Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.** Философский принцип системности и системный подход // Вопросы философии. 1978. № 8. С. 39–52.
16. **Ушакова Е. В.** Системная философия и системно-философская научная картина мира на рубеже третьего тысячелетия: монография. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 1998. 221 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25490227>
17. **Бабанский Ю. К.** Интенсификация процесса обучения: монография. М.: Знание, 1987. 80 с.
18. **Беспалько В. П.** Основы теории педагогических систем: монография. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1977. 304 с.
19. **Каган М. С.** Системный подход и гуманитаризация общества: избранные статьи. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 383 с.
20. **Сериков Г. Н.** Элементы теории системного управления: монография: в 2 ч. Ч. 1. Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1994. 169 с.
21. **Горелова Г. В.** Модель глобальной безопасности и устойчивости, основные индикаторы устойчивого развития // Инженерный вестник Дона. 2010. № 3 (13). С. 179. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15644175>
22. **Ан С. А., Ушакова Е. В., Наливайко Н. В.** Формирование философского мировоззрения обучающихся в современном образовании // Философия образования. 2015. № 5 (62). С. 101–112. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24398336>
23. **Готт В. С.** Философские вопросы современной физики. М.: Высшая школа, 1988. 343 с.

24. Ефименко В. Ф. Физическая картина мира и мировоззрение: монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1997. 160 с.
25. Мостепаненко М. В. Философия и методы научного познания. Л.: Лениздат, 1972. 263 с.
26. Рахматуллин Р. Ю. Научная картина мира как особая форма организации знания // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2013. № 12-2 (38). С. 166–168. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20797182>
27. Наливайко Н. В., Ушаков П. В., Ушакова Е. В. Глобальный антропный кризис и ключевая роль образования в судьбах мира // Философия образования. 2016. № 1 (64). С. 15–34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25871801>
28. Штагер Е. В. Педагогический дизайн обучающего ресурса инженерного вуза (системный подход) // Философия образования. 2021. Т. 21, № 3. С. 46–56. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46643937>

REFERENCES

1. Gorokhov V. G. *Evolution of engineering: from simplicity to complexity*: a monograph. Moscow: IFRAN Publ., 2015, 199 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30466799> (In Russian)
2. Kovalchuk M. V. Convergence of Science and Technology – a Breakthrough in the Future. *Russian Nanotechnologies*, 2011, vol. 6, no. 1-2, pp. 13–23. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15635327> (In Russian)
3. Lubsky A. V. Cross-disciplinary scientific research: cognitive “fashion” or social “challenge”. *Social Researches*, 2015, no. 10, pp. 3–11. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24880368> (In Russian)
4. Baksansky O. E. Convergent technologies in context of modern philosophy of education. *Journal of Pharmaceuticals Quality Assurance Issues*, 2014, no. 3, pp. 7–17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24146878> (In Russian)
5. Ismagilov R. M. About Converged Education. *Scientific and methodological electronic journal Concept*, 2015, vol. 13, pp. 351–355. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23583843> (In Russian)
6. Svechkarev V. P. Cognitive-based converged education. *Don's Engineering Gazette*, 2010, no. 1-2 (34). P. 51. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23659916> (In Russian)
7. Novikov A. N. Convergence of undergraduate education programs in university education. *Scientific Notes of the Trans-Baikal State University*, 2017, vol. 12, no. 5, pp. 20–26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30509910> (In Russian)
8. Shtager E. V. Updating the converged approach in the educational process of engineering university. *Philosophy of Education*, 2021, vol. 21, no. 1, pp. 7–22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45332300> (In Russian)
9. Shtager E. V. *Disciplinary convergence of engineering university: monograph*. In 2 parts. Part 1. Conceptual dimension: a monograph. Vladivostok: Publishing house of FEFU, 2021, 90 p. (In Russian)
10. Shtager E. V. *Disciplinary convergence of engineering university: monograph*. In 2 parts. Part 2. Technological dimension: a monograph. Vladivostok: Publishing house of FEFU, 2021, 88 p. (In Russian)
11. Kastel's M. *Information age: economy, society and culture*. Moscow: Publishing house of GU VShE, 2000, 606 p. (In Russian)
12. Nalivaiko N. V., Ushakov P. V., Ushakova E. V. Global anthropic crisis and the key role of education in the fate of the world. *Philosophy of Education*, 2016, no. 1 (64), pp. 15–34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25871801> (In Russian)
13. Chernikova D. V., Chernikova I. V. Human Empowerment: Cognitive Technologies and Their Risks. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2012, vol. 321, no. 6, pp. 114–119. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18796090> (In Russian)

14. *The quality of modern domestic education: the essence and problems*: a monograph. N. V. Nalivayko, E. A. Pushkareva, R. N. Shmatkov, S. V. Kamashev, T. S. Kosenko, B. O. Mayer, A.V. Nalivayko, Yu. V. Pushkarev, M. N. Shmatkov. Novosibirsk: Publishing House NSPU, 2009, 312 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20093309> (In Russian)
15. Blauberg I. V., Sadovsky V. N., Yudin E. G. The philosophical principle of systematics and the systemic approach. *Philosophy Issues*, 1978, no. 8, pp. 39–52. (In Russian)
16. Ushakova E. V. *System philosophy and system- philosophical scientific picture of the world at the turn of the third millennium*: a monograph. Part 2. Barnaul: Publishing house of Altai University, 1998, 221 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25490227> (In Russian)
17. Babansky Yu. K. *Intensification of the learning process*: a monograph. Moscow: Znaniye Publ., 1987, 80 p. (In Russian)
18. Bepalko V. P. *Fundamentals of the theory of pedagogical systems*: a monograph. Voronezh: Publishing House of Voronezh University, 1977, 304 p. (In Russian)
19. Kagan M. S. *Systemic approach and humanization of society*. Leningrad: Publishing House of Leningrad State University, 1991, 383 p. (In Russian)
20. Serikov G. N. *Elements of system control theory*: a monograph. In 2 vol. Vol. 1. Chelyabinsk: Publishing House of ChSTU, 1994, 169 p. (In Russian)
21. Gorelova G. V. Global Security and Sustainability Model, Key Indicators of Sustainable Development. *Don's Engineering Gazette*, 2010, no. 3 (13). P. 179. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15644175> (In Russian)
22. An S. A., Ushakova E. V., Nalivaiko N. V. Formation of the philosophical worldview of students in modern education. *Philosophy of Education*, 2015, no. 5 (62), pp. 101–112. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24398336> (In Russian)
23. Gott V. C. *Philosophical issues of modern physics*. Moscow: Vyschaya shkola Publ., 1988, 343 p. (In Russian)
24. Efimenko V. F. *Physical picture of the world and worldview*: a monograph. Vladivostok: Publishing house of FESU, 1997, 160 p. (In Russian)
25. Mostepanenko M. V. *Philosophy and methods of scientific knowledge*. Leningrad: Lenizdat Publ., 1972, 263 p. (In Russian)
26. Rakhmatullin R. Y. The scientific picture of the world as a special form of organization of knowledge. *Historical, philosophical, political and legal sciences, cultural studies and art history. Questions of theory and practice*, 2013, no. 12-2 (38), pp. 166–168. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20797182> (In Russian)
27. Nalivaiko N. V., Ushakov P. V., Ushakova E. V. Global anthropic crisis and the key role of education in the fate of the world. *Philosophy of Education*, 2016, no. 1 (64), pp. 15–34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25871801> (In Russian)
28. Shtager E. V. Instructional design of training resource of engineering university (systematic approach). *Philosophy of Education*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 46–56. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46643937> (In Russian)

Информация об авторе

Е. В. Штагер, кандидат педагогических наук, доцент, Дальневосточный федеральный университет, отделение машиностроения, морской техники и транспорта, Политехнический институт (школа) (690922, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10).

Information about the author

Elena V. Shtager, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Far Eastern Federal University (FEFU), Department of Mechanical Engineering, Marine Engineering and Transport, Polytechnic Institute (School) (690922, Vladivostok, Russian Island, village Ajax, 10).

Поступила: 10.01.2022

Received: January 10, 2022

Одобрена после рецензирования: 24.01.2022

Approved after review: January 24, 2022

Принята к публикации: 14.02.2022

Accepted for publication: February 14, 2022