

УДК 378:372.8:53; ГРНТИ 14.35.00
<https://doi.org/10.47526/2024-2/2664-0686.58>А.Б. ИСКАКОВА^{ID1✉}, К.А. НУРУМЖАНОВА^{ID2}¹PhD, ассоциированный профессор Торайгыров университета
(Казахстан, г. Павлодар), e-mail: anar_is@mail.ru²доктор педагогических наук, профессор Торайгыров университета
(Казахстан, г. Павлодар), e-mail: 75646100@mail.ru

ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД КАК ДИДАКТИЧЕСКИЙ РЕСУРС ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аннотация. Методологической базой исследования являются трансдисциплинарный, деятельностный и ресурсный подходы, с позиции которых подготовка бакалавров естествознания по образовательной программе 6В05301 – «Физика» рассматривается как ресурс, обеспечивающий формирование и развитие профессиональных компетенций. Применение трансдисциплинарного подхода при изучении базовых и профильных дисциплин предполагает формирование системы профессиональных компетенций у студентов необходимых в будущей профессиональной деятельности. Исходя из современных реалий повышения наукоемкости знаний и технологий, возникает проблема необходимости конструирования нового системного качества знаний и технологий, где системообразующим фактором становится трансдисциплинарный подход. Целью исследования является разработка и апробация в учебном процессе трансдисциплинарных профессионально-ориентированных заданий (ТПОЗ), обеспечивающих формирование профильных, базовых и универсальных компетенций у студентов и оценка их эффективности на основе квалитетрического метода. В соответствии с задачами исследования: 1) проведена экспертная оценка содержания, структуры, результатов обучения, перечня учебных дисциплин, входящих в образовательную программу 6В05301 – «Физика» на основе разработанной нами шкалы критериев профессиональных компетенций; 2) разработана система ТПОЗ, обеспечивающая повышение уровня профессионального мышления студентов как ведущей характеристики качества деятельности; 3) разработана технология реализации обучения студентов на основе ТПОЗ; 4) проведена оценка результатов экспериментальной апробации на основе экспертной оценки специалистов и оценки потребителей (результатов обучения (РО) студентов) с применением квалитетрического метода.

Ключевые слова: трансдисциплинарный подход, квалитетрический метод, трансдисциплинарное профессионально-ориентированное задание, профессиональное мышление, диагностика профессиональных компетенций, дидактический ресурс, профессиональная компетентность.

*Цитируйте нас правильно:

Искакова А.Б., Нурумжанова К.А. Трансдисциплинарный подход как дидактический ресурс формирования профессиональных компетенций // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2024. – №2 (132). – В. 243–257. <https://doi.org/10.47526/2024-2/2664-0686.58>

*Cite us correctly:

Iskakova A.B., Nurumjanova K.A. Transdisciplinary approach as a didactic resource for developing professional competencies [Transdisciplinary Approach as a Didactic Resource for Developing Professional Competencies] // *Iasau universitetinin habarshysy*. – 2024. – №2 (132). – В. 243–257. <https://doi.org/10.47526/2024-2/2664-0686.58>

Дата поступления статьи в редакцию 05.04.2024 / Дата принятия 30.05.2024

А.Б. Искакова¹, К.А. Нурумжанова²

¹*PhD, Торайғыров университетінің қауымдастырылған профессоры
(Қазақстан, Павлодар қ.), e-mail: anar_is@mail.ru*

²*педагогика ғылымдарының докторы, Торайғыров университетінің профессоры
(Қазақстан, Павлодар қ.), e-mail: 75646100@mail.ru*

Транспәндік тұғыр кәсіби құзыреттіліктерді дамытудың дидактикалық ресурсы ретінде

Аңдатпа. 6B05301 – «Физика» білім беру бағдарламасы жаратылыстану бакалаврларын даярлау бағытында кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыру мен дамытуды қамтамасыз ететін құралдар ретінде қарастырылатын транспәндік, іс-әрекеттік және ресурстық тұғырлар зерттеудің әдіснамалық негізі болып табылады. Базалық және кәсіптік пәндерді оқып-білуде транспәндік тұғырды қолдану студенттердің бойында болашақ кәсіби іс-әрекетте қажет болатын кәсіби құзыреттіліктер жүйесін қалыптастыруға бағытталады. Білімдер мен технологиялардың ғылымды қажетсіну деңгейінің арта түсуіне байланысты білімдер мен технологиялардың жаңа жүйелік сапасын құрастыруға деген қажеттілік мәселесі туындайды. Білім берудің осындай жаңа жүйелік сапасын құрастыруда транспәндік тұғыр жүйелік құраушы фактор болып табылады.

Оқу процесінде студенттердің бойында кәсіптік, базалық, әмбебап құзыреттіліктерді қалыптастыруды қамтамасыз ететін транспәндік кәсіби бағытталған тапсырмаларды (ТКБТ) құрастыру және тексеру, квалиметриялық әдіс негізінде сол тапсырмалардың тиімділігін бағалау мақаланың зерттеу мақсаты болып табылады. Зерттеу міндеттеріне сәйкес: 1) 6B05301 – «Физика» білім беру бағдарламасына кіретін оқу пәндері тізіміне, оқыту нәтижелеріне, мазмұны мен құрылымына эксперттік баға берілді; 2) іс-әрекет сапасының негізгі сипаттамасы болып табылатын студенттердің кәсіби ойлау деңгейін жоғарылатуды қамтамасыз ететін ТКБТ жүйесі құрастырылды; 3) ТКБТ негізінде студенттерді оқытуды жүзеге асыру технологиясы құрастырылды; 4) квалиметриялық әдісті қолдана отырып, мамандардың эксперттік және тұтынушылардың (студенттердің оқыту нәтижелерін (ОН)) бағалауы негізінде эксперименттік тексеру нәтижелері бағаланды.

Кілт сөздер: транспәндік тұғыр, квалиметриялық әдіс, транспәндік кәсіби бағытталған тапсырма, кәсіби ойлау, кәсіби құзыреттіліктердің диагностикасы, дидактикалық ресурс, кәсіби құзыреттілік.

А.В. Iskakova¹, К.А. Nurumzhanova²

¹*PhD, Associate Professor of Toraighyrov University
(Kazakhstan, Pavlodar), e-mail: anar_is@mail.ru*

²*Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of Toraighyrov University
(Kazakhstan, Pavlodar), e-mail: 75646100@mail.ru*

Transdisciplinary Approach as a Didactic Resource for Developing Professional Competencies

Abstract. Methodological basis of the research is interdisciplinary, activity and resource-based approaches, where preparation of BSc within 6B05301 – “Physics” program is considered as a resource to develop professional competencies. Transdisciplinary approach application in the study of basic and specialized disciplines involves the formation of professional competencies required in students’ future professional activities. The increased intensity of knowledge and technology requires building new systemic quality of knowledge and technology, where a transdisciplinary approach becomes a system-forming factor. The research purpose is to develop and test transdisciplinary professionally oriented tasks in the educational process (TPOT), ensuring

the formation of specialized, basic and universal competencies applying the qualimetric method. Based on research objectives: 1) assessment of the content, structure, learning outcomes, and courses was carried out based on professional competencies' scale; 2) TPOT system was developed that enhances students' professional thinking as a leading characteristic of activity quality; 3) technology for implementing student learning based on TPOT was developed; 4) evaluation of the results of experimental approbation was carried out based on expert assessment of specialists and evaluation of consumers (learning outcomes (LO) of students) applying the qualimetric method.

Keywords: transdisciplinary approach, qualimetric method, transdisciplinary professionally oriented task, professional thinking, diagnostics of professional competencies, didactic resource, professional competence.

Введение

Рынок труда во все времена требовал от специалистов эффективности исполнения профессиональных функций, которые в основе своей состояли из социально-ценностных, личностно-психологических, технологических, управленческих и проектных (конструкторских) знаний, умений и навыков. Главная особенность требований современного рынка труда к квалификации специалистов заключается в том, что система профессиональных знаний, умений и навыков должна быть в процессе компетентностного обучения качественно преобразована в современную иерархическую интегрированную систему практикоориентированных и мобильных компетенций. Эта иерархическая система профессиональных компетенций, по мнению белорусского ученого Т.Н. Канашевич, имеет визуальную форму пирамиды, в основании которой находятся базовые фундаментальные компетенции, затем расположены базовые функциональные и на вершине пирамиды – расположены специализированные функциональные компетенции. «...Таким образом, формирование профессиональной компетентности имеет несколько уровней» [1, с. 23]. Общеизвестно, что комплекс изучаемых физико-математических дисциплин, включенных в образовательную программу специальности, образуют модуль базовой фундаментальной подготовки специалистов, но в условиях современной метакогнитивной стратегии образования, возникает необходимость в расширении ее инструментальных возможностей, способов деятельности по решению конкретных проблем на конкретном рабочем месте.

Актуальные приоритеты, описанные в современных квалификационных требованиях, к подготовке специалистов физико-технического профиля основаны на метакогнитивном, личностном и профессионально-компетентностном потенциале будущего специалиста.

В соответствии с целью и задачами исследования для актуализации и определения уровня разработанности и состояния исследуемой проблемы в науке, нами был проведен обзор и анализ научных публикаций по трансдисциплинарному подходу, как современному тренду в образовании. Проведенный анализ и обобщение информации, полученной из научных источников по исследуемой проблеме, убедил нас в необходимости перехода к интенсификации учебного процесса в вузах на основе применения трансдисциплинарного подхода. Мы считаем, что применение трансдисциплинарного принципа к созданию интегрированного дидактического контента, каким и является система профессионально-ориентированных интегрированных заданий (ТПОЗ), позволит преодолеть экстенсивный путь развития содержания учебных дисциплин и содержания образования в целом.

Для научно-теоретического обоснования нашего исследования принцип трансдисциплинарности рассматривается нами, как и в предыдущих наших исследованиях [2; 3], в рамках технологической культуры развития транспрофессионализма и образовательных технологий. При этом в процессе его реализации мы опирались на концепцию профессионального становления личности, на основе профессионального мышления, личностных когнитивных характеристик и системы компетенций, то есть

«...интеграции – объединения межпрофессиональных и трансдисциплинарных компонентов социально-профессиональной деятельности [4].

Как показывает обзор и анализ научных исследований, проблему повышения эффективности изучения студентами физико-математических дисциплин, в системе профессионального вузовского образования возможно решить при выполнении следующих научно-методических условий: 1) раскрытие потенциала изучаемого содержания в практической и исследовательской деятельности; 2) ориентация на интенсивное формирование системы профессиональных компетенций будущих инженеров-физиков; 3) повышение учебной мотивации и активности студентов; 4) формирование метакогнитивных навыков [1; 5–7].

Основу такого обучения составляет персонализированный деятельностный подход, предполагающий создание максимально возможных когнитивных условий для самореализации студентов в процессе приобретения профессионально-ориентированного учебного опыта. Учебный опыт определяется когнитивно-экономической субъектностью личности студента [8]. В этих условиях трансформируется и роль преподавателя вуза, он становится не простым транслятором современной информации, а исходя из ситуации повышения наукоемкости знаний и технологий, становится вместе со студентами конструктором нового системного качества знаний и технологий, где системообразующим фактором становится трансдисциплинарный подход. При трансдисциплинарном подходе используется методическая система конструктивистских заданий, в которых физико-математическая подготовка проектируется на основе ознакомления с различными производственно-технологическими ситуациями и их математического и информационно-технологического расчета и моделирования, таким образом, расширяются возможности и способы применения изученного материала при выполнении конкретных практико-ориентированных заданий в специально созданных или вербально спроецированных условиях. Но в учебном процессе конструирования профессиональных знаний возникает противоречие между увеличением объема естественнонаучного знания, необходимых для актуального развития науки, техники и технологий, которое требует от системы вузовского образования максимальной узкопрофессиональной подготовки и невозможностью преодоления увеличения потока новой информации экстенсивным развитием дидактического процесса. Оптимальным решением данной проблемы может выступать интенсивный путь развития учебного процесса на основе усиления интеграции содержания и средств естественнонаучного образования с научным подходом, который призван обеспечить взаимосвязь фундаментальных естественнонаучных дисциплин, используя общность их дидактических единиц – категорий естественных наук: факты, явления, процессы, закономерности, теории и т.д.

Практическим средством реализации новых требований могут стать профессионально-ориентированные интегрированные задания (ТПОЗ) и проекты, обеспечивающие формирование универсальных, базовых и профильных компетенций.

В данной статье трансдисциплинарный подход применяется в качестве методологической основы модернизации контента фундаментальных дисциплин. В процессе трансдисциплинарной модернизации контент наполняется не только разносторонней унифицированной информацией, но и алгоритмами практических действий (технологиями), необходимыми в профессиональной деятельности. Эти мысли о трансдисциплинарном принципе хорошо были выражены Джулией Т. Клейн «...акцент смещается с традиционной эпистемологии на решение проблем, с предзаданного на возникающее, с универсального на контекстуальное» [9, с. 81]. То есть в содержании образования начинает играть ведущую роль контекстный практический компонент решения не только учебных, но и профессиональных задач. Таким образом, трансдисциплинарный подход помогает усилить

контекстную специализированность подготовки специалистов к конкретным видам деятельности на определенном рабочем месте. Усиление естественнонаучной подготовки будущего специалиста заключается в том, чтобы формировать и развивать те стили мышления и навыки, которые необходимы в будущей профессиональной деятельности. В.В. Андреев и другие авторы [10] считают, что трансдисциплинарная интеграция компонентов образовательного процесса способствует более эффективному усвоению содержания различных дисциплин, а также обеспечивает развитие, так называемых «перекрестных» компетенций, общих для группы интегрируемых дисциплин, обычно к ним относятся как раз базовые когнитивные компетенции. Перекрестные компетенции также включают навыки интеграции формальных и неформальных действий, анализа многогранной информации и совместной деятельности.

При трансдисциплинарном подходе через комплекс естественнонаучных учебных дисциплин реализуются такие компоненты учебного процесса, как содержание образования, технология обучения, мониторинг компетентности обучающихся, а также мотивация и стимулирование когнитивной, научно-исследовательской и профессиональной деятельности будущих специалистов. Обучение с применением трансдисциплинарного подхода в вузах помогает будущим специалистам естественнонаучного профиля расширить круг компетенций [11; 12], приобрести необходимые hard, soft, digital и meta навыки, а также повысить свою конкурентоспособность [13; 14]. Трансдисциплинарный подход является инновационным и, в отличие от других междисциплинарных подходов в обучении и научных исследованиях, подразумевает отсутствие строгих границ между отдельными учебными дисциплинами или научными отраслями [15; 16].

Цель исследования: разработать и апробировать в учебном процессе по ОП 6В05301 – «Физика» трансдисциплинарные профессионально-ориентированные задания (ТПОЗ), обеспечивающие формирование профильных, базовых и универсальных компетенций у студентов и оценить их эффективность применением квалиметрического метода.

Задачи исследования: 1) на основе обзора и анализа научной литературы и экспертной оценки содержания, структуры и результатов обучения, перечня учебных дисциплин, входящих в ОП 6В05301 – «Физика» сформулировать проблему исследования; 2) разработать систему ТПОЗ, обеспечивающих повышение уровня профессионального мышления студентов, как ведущей характеристики качества деятельности; 3) разработать технологию реализации методической системы обучения студентов на основе ТПОЗ; 4) применить квалиметрический метод для оценки результатов экспериментальной апробации на основе экспертной оценки специалистов и оценки потребителей (РО) студентов).

Методы исследования и материалы

В исследовании применялись достаточно традиционные методы исследования: 1) обзор соответствующей научной литературы и исследований с целью теоретического анализа исследуемой проблемы, формулируемой, как необходимость повышения эффективности и качества изучения физико-математических дисциплин на инженерно-технических специальностях вузов. Известно, что теоретические основы содержания профессионального образования, реализуемого в настоящее время, определены в работах С.Я. Батышева, В.С. Леднева, В.Д. Шадрикова, М.И. Махмутова и других российских ученых. Проблемы интеграции и межпредметных связей изучались в трудах В.С. Безруковой, М.Н. Берулавы [17; 18]. Исходя из обзора и анализа научной литературы, мы пришли к выводу о том, что на современном этапе технологического прогресса назрела достаточно острая необходимость в обновлении и модернизации дидактического контента учебных дисциплин физико-математического направления. При этом следует заметить, что обновление содержания

профессионального образования является современным запросом глобализационных процессов влияния научно-технологического прогресса, социума и потребителей образовательных услуг. Система образования, чтобы удовлетворить эти запросы должна обновить не только учебное содержание (дидактический контент), но и принципы и технологии реализации обновленного дидактического контента учебных дисциплин. Следует отметить, что в нашем исследовании, вносимые изменения влияют только на изучаемый студентами учебный материал в соответствии с требованиями и изменениями в технологии изучения, оценка их эффективности была предложена на основе квалиметрического метода, также в соответствии с целью и задачами исследования была проведена: 1) экспертная оценка содержания, структуры, результатов обучения, перечня учебных дисциплин, входящих в ОП 6В05301 – «Физика»; 2) разработана система ТПОЗ, обеспечивающая повышение уровня профессионального мышления студентов как ведущей характеристики качества деятельности; 3) разработана когнитивная технология реализации обучения на основе ТПОЗ.

К практическим методам исследования относится разработка целевого трансдисциплинарного дидактического контента по изучаемым учебным дисциплинам. С этой целью в процессе исследования была разработана система трансдисциплинарных профессионально-ориентированных заданий, имеющих целью формирование и развитие у студентов универсальных, базовых и профильных предметных профессиональных компетенций. Нацеленность заданий на развитие компетенций обусловлена положением о том, что уровень развития компетенций детерминируется качественно новым форматом функционирования профессионального мышления, как когнитивного ресурса личности студента, влияющего на эффективность будущей профессиональной деятельности. В данном исследовании трансдисциплинарный подход выступает как интегративный дидактический ресурс для обеспечения мобильности, обобщенности, применимости результатов обучения, сформулированных как система компетенций.

Очевидно, что естественнонаучные дисциплины, общетехнические дисциплины и математика имеют достаточный содержательный и интеллектуальный потенциал для создания фундаментальной содержательной основы знаний, способствующей формированию когнитивных мета навыков и мыслительных операций анализа, синтеза, сравнения, аналогий, которые необходимы для применения на практике, а также для формирования системы универсальных, базовых и профильных компетенций будущего инженера. Эта фундаментальная основа знаний по естественнонаучным и математическим дисциплинам является когнитивной основой для развития специальных навыков проведения измерительного и расчетного эксперимента и компьютерной визуализации и дизайна физико-технических явлений и процессов, законов. Авторами были разработаны трансдисциплинарные задания, выполнение которых требует от студентов интеграции и переноса когнитивных схем изучения различных физико-математических и других естественнонаучных дисциплин. Возможность и необходимость разработки когнитивных схем изучения или, так называемых правил изучения, содержания учебных дисциплин становится возможным при категориальном подходе к дидактическому контенту. Например, в физике – это схемы изучения физических явлений, процессов, физических величин или физических законов. Результаты обучения являются описанием знаний, умений и навыков, усвоенных студентом после успешного завершения определенного этапа обучения. Результаты обучения представляют собой параметры, которые могут быть измерены и достижение которых является подтверждением того, что запланированные компетенции сформированы.

К разработанным трансдисциплинарным заданиям по различным дисциплинам предъявлялась следующая шкала критериев: 1) интегративность для переноса когнитивных схем изучения категории знаний, умений, навыков и компетенций; 2) обеспечение

действенности, мобильности базовой фундаментальной предметной подготовки; 3) проблемно-деятельностный и конструктивистский характер заданий; 4) актуализация в заданиях содержания базовой функциональной компетентности будущей специальности; 5) прямая связь данных критериев с планируемыми результатами программ дисциплины; 6) личностная экспертная оценка преподавателей. Все критерии определялись по шкале от 1-го до 10-ти бальной шкале.

Педагогическая экспертиза по оценке эффективности ТПОЗ по развитию профессионального мышления на основе компетенций проводилась в шестом семестре обучения студентов по ОП 6В05301 – «Физика» при изучении дисциплины «Компьютерные технологии». Как известно, содержание дисциплины включает знания, навыки и компетенции, в области хранения, передачи, обработки, защиты и воспроизведения информации с использованием компьютерных технологий. Кроме этого в программу дисциплины включены навыки и компетенции по использованию компьютерных систем, программных продуктов, WEB технологий и дизайна, технологий кодирования и обработки мультимедийной информации, а также навыки управления информационно-технологическими (ИТ)-проектами. Трансдисциплинарный подход к изучению дисциплины способствовал повышению эффективности учебного процесса, так как методологическая и методическая стратегии изучения образовательной области работы с информацией и создания новых программных продуктов, WEB технологий основана на алгоритмах когнитивных мыслительных процессов анализа, синтеза, обобщения, систематизации, классификации, когерентности. Такие мыслительные навыки, как анализ, синтез, прикладные умения и навыки по созданию проектов, умения компьютерного моделирования процессов, когнитивные навыки интерпретации задачных ситуаций, чтение и визуализация электрических и других схем определяют новый уровень обучения, основанный на трансдисциплинарном уровне мышления. Общая структура интеграции знаний, навыков и компетенций по различным дисциплинам представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Общая структура интеграции знаний, навыков и компетенций по различным дисциплинам

Цикл	Основная базовая фундаментальная дисциплинарная компетентность	Основные взаимосвязанные дисциплины, обеспечивающие базовую функциональную компетентность
1	2	3
БД	Навыки использования категориальных когнитивных схем физических явлений, законов, принципов в процессах компьютерной передачи, обработки, защиты и воспроизведения информации	Механика; молекулярная физика термодинамика; электродинамика; оптика; атомная и ядерная физика
БД	Навыки использования математических алгоритмов, методов и функциональных характеристик для компьютерной обработки, хранения и составления базы данных	Линейная алгебра и аналитическая геометрия; Математический анализ 1; Математический анализ 2; Дифференциальные уравнения; Уравнения математической физики.
ПД		Практикум по решению физических задач
БД	Навыки обоснования выбора и применения математического и вычислительного методов для исследования, анализа характеристик и проектирования физико-технических объектов	Линейная алгебра и аналитическая геометрия; Математический анализ 1; Математический анализ 2; Дифференциальные уравнения; Уравнения математической физики; Проект 1; Проект 2; Компьютерные технологии

Продолжение Таблицы 1

1	2	3
	Навыки применения современного уровня программных и технических средств компьютерной техники. Навыки формирования контента для искусственного интеллекта	

В качестве экспертов для оценки качества ТПОЗ были задействованы преподаватели факультета «Computer Science» Торайгыров Университета. В экспертную группу были включены опытные ученые, преподаватели, кандидаты и доктора наук. В общей сложности в педагогической экспертизе были задействованы 55 респондентов. Экспертам предлагалась определить валидность разработанных ТПОЗ, качество которых выявлялось в соответствии с установленными критериями. Для оценки эффективности составленных ТПОЗ был применен квалиметрический метод [19].

Анализ и результаты

Предлагаемая авторами структура ТПОЗ состоит из инвариантной и вариативной частей. Инвариантная часть включает в себя базовые фундаментальные знания и умения по дисциплинам физика, математика, тогда как вариативная часть, включающая разделы физики и математики базового функционального цикла, способствует оптимальной реализации трансдисциплинарного подхода в процессе обучения. Данная структура соответствует направлению подготовки бакалавров по ОП 6В05301 – «Физика». В таблице 2 приведен пример ТПОЗ для рубежного контроля студентов третьего курса.

Таблица 2 – Трансдисциплинарное профессионально-ориентированное контекстное задание для студентов третьего курса

Трансдисциплинарное профессионально-ориентированное задание	
Вариант 1	
На рисунке приведена схема электрической цепи. Определите контурные и действительные токи электрической цепи. Параметры электрической цепи: $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 2,5 \text{ Ом}$, $R_5 = 15 \text{ Ом}$, $E_1 = 15 \text{ В}$, $E_2 = 70 \text{ В}$, $E_3 = 5 \text{ В}$.	
Инвариантная часть	Формируемые компетенции
1.1. Выбрать направления действительных и контурных токов; 1.2. Определить собственные и общие сопротивления контуров; 1.3. Составить уравнения для нахождения контурных и действительных токов применяя правила Кирхгофа	РО9: применяет знания и понимания в области физико-математических дисциплин на фундаментальном профессиональном уровне

Продолжение Таблицы 2

Вариативная часть	Формируемые компетенции
1.4. Выбрать оптимальные математические методы определения контурных и действительных токов электрической цепи	PO7: <i>владеет</i> методами физико-математических дисциплин PO9: <i>применяет</i> знания и понимания в области физико-математических дисциплин на фундаментальном профессиональном уровне
1.5. Выбрать оптимальные вычислительные методы для определения и проверки контурных и действительных токов электрической цепи	PO6: <i>владеет</i> информационно-коммуникационными технологиями для организации работы и решения стандартных профессиональных задач; PO8: <i>владеет</i> навыками работы с современными научно-техническими источниками, навыками поиска профессиональной информации в информационно-вычислительных сетях и базах данных и знаний
1.6. Собрать и проверить электронную схему в системе схематического моделирования (прикладная программа)	PO10: <i>демонстрирует</i> способности к интеграции знаний различных дисциплин для решения профессиональных и исследовательских задач
1.7. Проведите анализ спроектированной электрической схемы в системе схематического моделирования	PO4: <i>показывает</i> владение основными навыками коммуникации на государственном, русском и иностранном языке (уровень A2, B1, B2), в том числе в профессиональной сфере PO11: <i>демонстрирует</i> способности к критическому анализу существующих общенаучных концепций, теорий и подходов.

Согласно таблице 2 студентам предлагаются специальные методические указания к выполнению данного задания, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Алгоритм действий по выполнению ТПОЗ

Алгоритм действий	
Для базовой фундаментальной инвариантной части задания	
1.1. Выделяются три контура, а затем указываются направление контурных токов I_{11} , I_{22} , I_{33} . В данной задаче можно выбрать направление по часовой стрелке. Согласно данной схеме имеются три контура, следовательно, система будет состоять из трех уравнений.	
1.2 и 1.3. Применяя второе правило Кирхгофа, записывают следующие уравнения:	<p>для 1-контура: $I_{11}(R_1 + R_3) - I_{22}R_3 = E_1 + E_2$;</p> <p>для 2-контура: $I_{22}(R_3 + R_4 + R_5) - I_{11}R_3 - I_{33}R_5 = -E_3$;</p> <p>для 3-контура: $I_{33}(R_5 + R_2) - I_{22}R_5 = E_2$.</p>

1.4. После подстановки в полученные уравнения числовых значений и в итоге получают систему:

$$\begin{cases} 16 \cdot I_{11} - 10 \cdot I_{22} = 20 \\ 27,5 \cdot I_{22} - 10 \cdot I_{11} - 15 \cdot I_{33} = -5 \\ 20 \cdot I_{33} - 15 \cdot I_{22} = 70 \end{cases}$$

Для базовой функциональной вариативной части задания

1.5. 1) С помощью метода Крамера определяются детерминанты матрицы:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 16 & -10 & 0 \\ -10 & 27,5 & -15 \\ 0 & -15 & 20 \end{vmatrix} = 3200; \Delta_1 = \begin{vmatrix} 20 & -10 & 0 \\ -5 & 27,5 & -15 \\ 70 & -15 & 20 \end{vmatrix} = 16000$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 16 & 20 & 0 \\ -10 & -5 & -15 \\ 0 & 70 & 20 \end{vmatrix} = 19200; \Delta_3 = \begin{vmatrix} 16 & -10 & 20 \\ -10 & 27,5 & -5 \\ 0 & -15 & 70 \end{vmatrix} = 25600$$

2) По формуле Крамера определяются значения контурных токов:

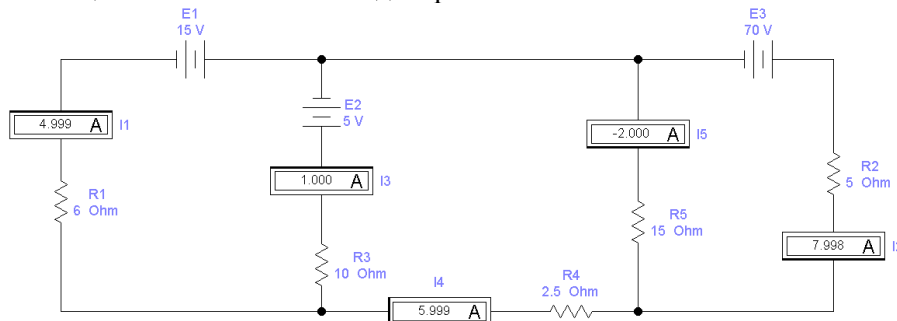
$$I_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{16000}{3200} = 5; I_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{19200}{3200} = 6; I_{33} = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{25600}{3200} = 8.$$

(Для выполнения данного пункта решения ТПОЗ студентам можно рекомендовать систему MatLab для проверки полученных числовых значений контурных токов).

3) Выбираются направления действительных токов электрической цепи. Для нахождения действительных токов выполняются следующие операции: а) контурный ток равен действительному току, который принадлежит только этому контуру. Если ток протекает только в одном контуре, то он равен контурному току: для резистора R₁: I₁ = I₁₁ = 5 А; для резистора R₂: I₂ = I₃₃ = 8 А; для резистора R₄: I₄ = I₂₂ = 6 А.

4) Токи, протекающие через общие сопротивления, определяются как алгебраическая сумма контурных токов, учитывая направление обхода: через резистор R₃ протекает ток I₃, его направление совпадает с направлением обхода второго контура и противоположно направлению первого контура. Значит, для него выражение будет выглядеть: I₃ = I₂₂ - I₁₁ = 1 А через резистор R₅ протекает ток I₅, его направление совпадает с направлением обхода второго контура и противоположно направлению третьего контура: I₅ = I₂₂ - I₃₃ = -2 А.

1.6 и 1.7. Для того, чтобы проверить полученные расчетные данные, их сравнивают со значениями, полученные с помощью схематического моделирования в системе *Electronic Workbench*.



В оценке качества ТПОЗ были учтены следующие критерии, как *профильность, латентность и междисциплинарность* [19, с. 92].

Критерий *профильность* (Π) показывает содержательность ТПОЗ, которая направлена на формирование и развитие профессиональных компетенций будущего бакалавра:

$$\Pi = \frac{\Pi_{\partial}}{\Pi_{\circ}} = \frac{8}{10} = 0,7,$$

где Π_{∂} – количество компетенций, диагностируемые на основе выполнения ТПОЗ;

Π_{\circ} – количество профильных компетенций, которые представлены в ОП 6B05301 – «Физика» [20].

Критерий *латентность* (L) отражает пригодность ТПОЗ для диагностики уровня сформированности компетенций бакалавра на основе выбранной таксономической модели:

$$L = \frac{L_{\circ}}{L_{\partial}} = \frac{5}{8} = 0,63,$$

где L_{\circ} – количество уровней сформированности компетенций, диагностируемые на основе выбранной таксономической модели;

L_{∂} – количество уровней сформированности компетенций, диагностируемые на основе выполнения ТПОЗ.

Критерий *междисциплинарность* (M) показывает полноту отображения в ТПОЗ междисциплинарных связей:

$$M = \frac{M_{\partial}}{M_{\circ}} = \frac{3}{5} = 0,6,$$

где M_{∂} – количество компетенций, диагностируемое на основе ТПОЗ;

M_{\circ} – количество компетенций на момент контроля.

Общая оценка качества разработанных ТПОЗ о их пригодности для диагностики профессиональных компетенций обучающихся по ОП 6B05301 – «Физика»:

$$K = C_1\Pi + C_2L + C_3M = 0,7,$$

где $C_1 - C_3$ – весовые коэффициенты критериев *профильности*, *латентности* и

междисциплинарности, которые соответственно равны $C_1 = \frac{1}{3}$, $C_2 = \frac{1}{3}$ и $C_3 = \frac{1}{3}$.

Чем ближе к 1 значение комплексного коэффициента, тем выше качество ТПОЗ и тем более оно пригодно для диагностики профессиональных компетенций.

На рисунке 1 представлены уровни экспертных оценок, соответствующих разработанной шкале критериев профессиональных компетенций будущего специалиста, прошедшего обучение на основе системы дидактических заданий ТПОЗ. Наивысший балл – 9, как и ожидалось, экспертами был проставлен критерию «интегративности» или (трансдисциплинарности). Задания были разработаны на основе трансдисциплинарного принципа.

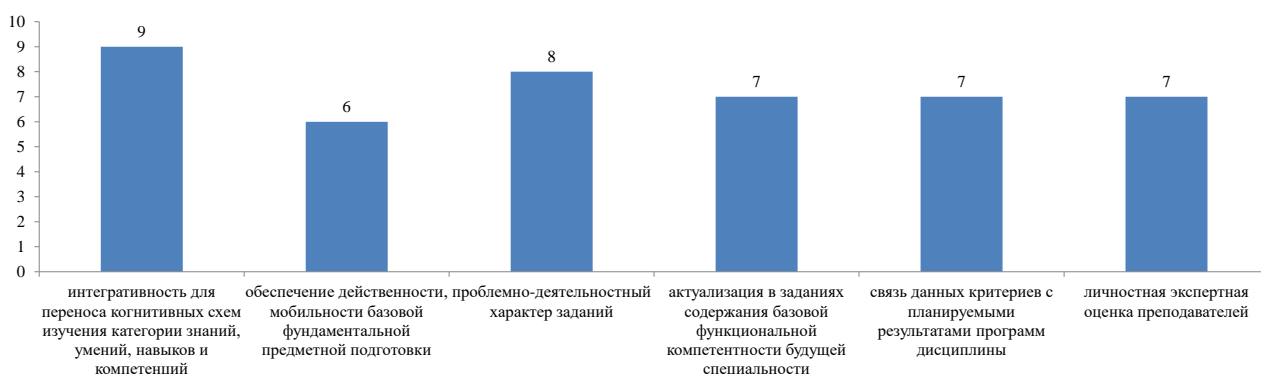


Рисунок 1 – Шкала критериев профессиональных компетенций

Также достаточно высокую оценку получили задания, соответствующие критерию проблемно-деятельностного подхода в профессиональном обучении. По 7 баллов получили критерии базовой фундаментальной и функциональной компетентности наряду с планируемыми результатами обучения по образовательной программе. Это свидетельствует о базовом фундаментальном направлении естественно-научных дисциплин и математики в рамках ОП. Экспертная оценка 7 баллов свидетельствует о том, что в целом наблюдается положительное отношение экспертов преподавателей вузов к результатам эксперимента, но сдерживающим фактором является инновационный характер технологии обучения.

Заключение

В результате проведенного нами исследования, можно сделать следующие выводы:

- 1) применение трансдисциплинарного подхода в вузовском естественнонаучном и общетехническом образовании способствовало повышению эффективности формирования иерархической системы практикоориентированных и мобильных компетенций фундаментального, базового функционального и специализированного функционального уровня, обеспечивающих компетентность на конкретном рабочем месте по решению расчетных и других конкретных профессиональных функциональных проблем;
- 2) трансдисциплинарный подход позволил комплексно рассматривать учебные задачи и расширил набор когнитивных и практических навыков и компетенций, требующихся для выполнения конструктивистских заданий на основе базовых инвариантных и вариативных методов и инструментов;
- 3) увеличение когнитивной сложности содержания изучаемых дисциплин на основе трансдисциплинарного подхода, способствовало повышению уровня профессионально-ориентированного мышления студентов и их контекстной направленности и ответственности при выполнении заданий;
- 4) применение дидактических заданий ТПОЗ трансдисциплинарного характера способствовало формированию у студентов холистического представления о целостной научной картины мира, рассмотрению реальных практических физических, математических и общетехнических процессов и явлений с точки зрения различных дисциплин на разных уровнях когнитивного процесса: теоретическом (естествознание), практическом (общетехнические дисциплины), прикладном (математика, компьютерные технологии);
- 5) интегрированные уроки, с использованием трансдисциплинарного дидактического контента, интенсифицируют учебный процесс на основе повышения их продуктивности, а также повышают мотивацию студентов к познанию, интересны и полезны студентам и дают им возможность понять, что полученные знания по дисциплинам тесно взаимосвязаны между собой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канашевич Т.Н. Условия эффективности изучения физико-математических дисциплин при формировании профессиональной компетентности у студентов технического университета // Университетский педагогический журнал. – 2021. – №1. – С. 22–30.
2. Нурумжанова К.А., Исакова А.Б., Каирбаева А.К. Развитие предпринимательского мышления студентов технических специальностей на основе применения трансдисциплинарного дидактического контента спецкурса по физике // Перспективы науки и образования. – 2022. – №4(58). – С. 225–242. <http://dx.doi.org/10.32744/pse.2022.4.14>
3. Исакова А.Б., Нурумжанова К.А. Трансдисциплинарный подход как ресурс развития у студентов метакогнитивных навыков при изучении физико-технических дисциплин // Образование и наука. – 2024. – №2(26). – С. 113–139. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-2-113-139>
4. Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э. Методологические ориентиры развития транспрофессионализма педагогов профессионального образования // Образование и наука. – 2017. – №8(19). – С. 9–28. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-8-9-28>
5. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результатов образования // Эксперимент и инновации в школе. – 2009. – №2. – С. 7–14.
6. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированного образования // Народное образование. – 2003. – №2. – С. 58–64.
7. Канашевич Т.Н. Инженерная компетентность как образовательный результат подготовки специалиста в техническом университете // Высшая школа. – 2020. – №4. – С. 56–61.
8. Исакова А.Б., Ахметова Г.К., Каирбаева А.К., Досанов Т.С., Зейтова Ш.С., Нурумжанова К.А. Оценка эффективности развития когнитивно-экономической субъектности личности при формировании положительной мотивации к предпринимательскому делу // Science for Education Today. – 2022. – №5(12). – С. 162–184. <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2205.09>
9. Klein J.T. Discourses of Transdisciplinarity: Looking Back to the Future // Futures.– 2015. – №65. – P. 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.08.008>
10. Andreev V.V., Gorbunov V.I., Evdokimova O.K. Transdisciplinary approach to improving study motivation among university students of engineering specialties // Education and Self Deveopment. – 2020. – №1(15). – P. 21–37. <http://dx.doi.org/10.26907/esd15.1.03>
11. Тестов В.А., Перминов Е.А. Трансдисциплинарная роль физико-математических дисциплин в современном естественно-научном и инженерном образовании // Образование и наука. – 2023. – №7(25). – С. 14–43. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-7-14-43>
12. Тестов В.А., Перминов Е.А. Роль математики в трансдисциплинарности содержания современного образования // Образование и наука. – 2021. – №3(23). – С. 11–34. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-3-11-34>
13. Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э., Лебедева Е.В. Транспрофессионализм как предиктор преадаптации субъекта деятельности к профессиональному будущему // Сибирский психологический журнал. – 2021. – №79. – С. 89-107. <https://doi.org/10.17223/17267080/79/6>
14. Krotenko T.Yu. Engineering economics and technological education: A transdisciplinary approach to the training of modern engineers // PNRPU Sociology and Economics Bulletin. – 2022. – №4. – P. 63–75. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2022.4.5>
15. Калинин С.И., Панкратова Л.В. О реализации трансдисциплинарного подхода в подготовке будущих учителей математики // Образование и наука. – 2022. – №9(24). С. 11–42. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-9-11-42>
16. Гибадулин Р.Я., Проданов Г., Жданов Р.И. Институт перспективных исследований – новая форма подготовки педагогических кадров высшей квалификации в России // Интеграция образования. – 2017. – №4. – С. 623–636. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.089.021.201704.623-636>
17. Безрукова В.С. Интеграционные процессы в педагогической теории и практике: монография. – Екатеринбург: ПО «Север», 1994. – 152 с.
18. Берулава М.Н. Интеграция содержания образования. – М.: Педагогика, 1993. – 172 с.

19. Веретенникова В.Б., Шихова О.Ф., Шихов, Ю.А., Валеев, А.А., Мена Маркос Х.Х. Структура и оценка качества профессионально-ориентированных заданий для будущих педагогов // Образование и наука. – 2023. – №4 (25). – С. 70–108. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-4-70-108>
20. Реестр образовательных программ. [Электронный ресурс]. URL: https://epvo.kz/#/register/education_program/application/38174 (дата обращения 05.04.2024)

REFERENCES

1. Kanashevich, T.N. Uslovia effektivnosti izucheniya fiziko-matematicheskikh disciplin pri formirovaniy professionalnoi kompetentnosti u studentov tekhnicheskogo universiteta [Conditions for the effectiveness of studying physics and mathematics in the formation of professional competence in technical university students] // Universitetskiy pedagogicheskiy jurnal. – 2021. – №1. – S. 22–30. [in Russian]
2. Nurumjanova K.A., Iskakova A.B., Kairbayeva A.K. Razvitiye predprinimatelskogo myshleniya studentov tekhnicheskikh specialnostei na osnove primeneniya transdisciplinarnogo didakticheskogo kontenta spekursa po fizike [Development of entrepreneurial thinking of students of technical specialties based on the use of transdisciplinary didactic content of a special course in physics] // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2022. – №4(58). – S. 225–242. <http://dx.doi.org/10.32744/pse.2022.4.14> [in Russian]
3. Iskakova A.B., Nurumjanova K.A. Transdisciplinarnyi podhod kak resurs razvitiya u studentov metakognitivnykh navykov pri izuchenii fiziko-tekhnicheskikh disciplin [Transdisciplinary approach as a resource to develop student metacognitive skills in studying physical and engineering disciplines] // Obrazovanie i nauka. – 2024. – №2(26). – S. 113–139. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-2-113-139> [in Russian]
4. Zeer E.F., Symaniuk E.E. Metodologicheskie orientiry razvitiya transprofessionalizma pedagogov professionalnogo obrazovaniya [Methodological guidelines for the transprofessionalism development among vocational educators] // Obrazovanie i nauka. – 2017. – №8 (19). – S. 9–28. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-8-9-28> [in Russian]
5. Zimniaya I.A. Kliuchevye kompetencii – novaya paradigma rezultatov obrazovaniya [Key competencies – a new paradigm for educational outcomes] // Eksperiment i innovatsii v shkole. – 2009. – №2. – S. 7–14 [in Russian]
6. Khutorskoi A.V. Kliuchevye kompetencii kak komponent lichnostno orientirovannogo obrazovaniya [Key competencies as a component of Person-oriented education] // Narodnoye obrazovanie. – 2003. – №2. – S. 58–64 [in Russian]
7. Kanashevich T.N. Injenernaya kompetentnost kak obrazovatelnyi rezultat podgotovki specialista v tekhnicheskoy universitete [Engineering competence as an educational result of specialist training at a technical university] // Vysheishaya shkola. – 2020. – №4. – S. 56–61. [in Russian]
8. Iskakova A.B., Ahmetova G.K., Kairbaeva A.K., Dossanov T.S., Zeitova S.S., Nurumjanova K.A. Ocenka effektivnosti razvitiya kognitivno-ekonomicheskoy subiektivnosti lichnosti pri formirovaniy polojitelnoy motivatsii k predprinimatelskomu delu [Cognitive-economic subjectivity of individual's development in the formation of positive motivation for entrepreneurship: Evaluation of the effectiveness] // Science for Education Today. – 2022. – №5(12). – S. 162–184. <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2205.09> [in Russian]
9. Klein J.T. Discourses of Transdisciplinarity: Looking Back to the Future // Futures. – 2015. – №65. – P. 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.08.008>
10. Andreev V.V., Gorbunov V.I., Evdokimova O.K. [Transdisciplinary approach to improving study motivation among university students of engineering specialties] // Education and Self Development. – 2020. – №1(15). – P. 21–37. <http://dx.doi.org/10.26907/esd15.1.03>
11. Testov V.A., Perminov E.A. Transdisciplinarnaya rol fiziko-matematicheskikh disciplin v sovremennom estestvenno-nauchnom i injenernom obrazovanii [Transdisciplinary role of physical and mathematical disciplines in modern natural science and engineering education] // Obrazovanie i nauka. – 2023. – №7(25). – S. 14–43. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-7-14-43> [in Russian]
12. Testov V.A., Perminov E.A. Rol matematiki v transdisciplinarnosti sodержaniya sovremennogo obrazovaniya [The Role of Mathematics in Transdisciplinarity Content of Modern Education] //

- Образование i nauka. – 2021. – №3(23). – S. 11–34. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-3-11-34> [in Russian]
13. Zeer E.F., Symaniuk E.E., Lebedeva E.V. Transprofessionalizm kak predictor preadaptacii subiekta deiatelnosti k professionalnomu budushemu [Transprofessionalism as a Predictor of the Preadaptation of an Agent to the Professional Future] // Sibirskiy psihologicheskij jurnal. – 2021. – №79. – S. 89–107. <https://doi.org/10.17223/17267080/79/6> [in Russian]
 14. Krotenko T.Iu. Engineering economics and technological education: A transdisciplinary approach to the training of modern engineers // PNRPU Sociology and Economics Bulletin. – 2022. – №4. – S. 63–75. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2022.4.5>
 15. Kalinin S.I., Pankratova L.V. O realizacii transdisciplinarnogo podhoda v podgotovke budushih uchitelei matematiki [On the implementation of a transdisciplinary approach in preparing future mathematics teachers] // *Образование i nauka.* – 2022. – №9(24). – S. 11–42. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-9-11-42> [in Russian]
 16. Gibadulin R.Ia., Prodanov G., Jdanov R.I. Institut perspektivnyh issledovaniy – novaia forma podgotovki pedagogicheskikh kadrov vysshei kvalifikaciy v Rossii [Russian Institute for Advanced Study as a New Form of Training of Highly Trained Teaching Staff] // *Integracia obrazovania.* – 2017. – №4. – S. 623–636. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.089.021.201704.623-636> [in Russian]
 17. Bezrukova V.S. Integracionnye processy v pedagogicheskoi teorii i praktike [Integration processes in pedagogical theory and practice]. – Ekaterinburg: Sever, 1994. – 152 p. [in Russian]
 18. Berulava M.N. Integracia sodержania obrazovania [Integration of educational content]. – M.: Pedagogika, 1993. – 172 p. [in Russian]
 19. Veretennikova, V.B., Shihova O.F., Shihov Iu.A., Valeev A.A., Mena Markos J.J. Struktura i oценка kachestva professionalno-orientirovannyh zadaniy dlia budushih pedagogov [Structure and Quality Assessment of Professionally Oriented Tasks for Future Teachers] // *Образование i nauka.* – 2023. – №4(25). – S. 70–108. [in Russian]
 20. Reestr obrazovatelnyh programm [Registry of Educational Programs]. [Electronic resource]. URL: https://epvo.kz/#/register/education_program/application/38174 (data of access 05.04.2024)