

Е.В. Пономаренко^{*1}, Р.С. Жанабекова², А. Бакиржанқызы³, З.А. Абсаматова⁴

¹д.п.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

^{2,3}старший преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

⁴преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

^{*}Автор для корреспонденции: fizika.ponomarenko.2020@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНОГО НАУЧНОГО ЗНАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Аннотация

В статье исследована проблема формирования метапредметного научного знания при изучении физики в исследовательском университете. Актуальность проблемы и темы исследования подтверждается изменениями в системе высшего образования, вызванными глобальными трендами современности (развитием искусственного интеллекта, цифровизацией всех сфер деятельности человека, интеграцией науки и практики, новым статусом университета и т.д.). Следствием этих изменений является рост потребности в специалистах, способных жить и работать в новых и постоянно меняющихся условиях. Исследовательский университет отличается от классических университетов тем, что во всех направлениях его деятельности (учебная, научная, методическая, академическая) присутствует исследовательский подход. Предметные методики обучения также должны менять свои подходы. Методика обучения физике студентов технических направлений подготовки должна трансформироваться вслед за глобальными переменами в высшем образовании. Особенно важен вопрос формирования у студентов метапредметных знаний. Этот вопрос и изучен в статье, на примере формирования метапредметного знания явлений переноса. Эффективность авторского подхода подтверждена результатами педагогического эксперимента.

Ключевые слова: высшее образование, физика, обучение физике, явления переноса, структура, исследовательский университет

Введение

Система высшего образования в настоящее время претерпевает трансформации, вызванные глобальными вызовами. К этим вызовам можно отнести ускоренное развитие технологий, интеграцию наук, цифровизацию, широкое внедрение искусственного интеллекта, а также новые требования к инженерной деятельности. В условиях перемен выросла потребность в специалистах, способных мыслить системно, понимать взаимосвязи между различными явлениями и научными концепциями, переносить знания из одной научной области в другую, заниматься самообразованием и саморазвитием.

Физика как фундаментальная наука занимает центральное место в системе естественнонаучного, технологического и инженерного образования. В условиях стремительного развития науки и техники на основе интеграции дисциплин формирование метапредметных знаний становится важной задачей методики преподавания физики в высшей школе.

Однако традиционное преподавание физики зачастую ограничивается рамками дисциплины, что приводит к фрагментарному восприятию мира студентами, снижает мотивацию и препятствует формированию универсальных навыков и метакомпетенций. Следовательно, необходимо изменить подход к преподаванию. Делать это нужно на научной основе.

Явления переноса имеют ярко выраженный междисциплинарный характер. Теплопроводность, диффузия, вязкое трение лежат в основе многих природных и технологических процессов. Знания явлений переноса применяются в биологии (внутриклеточные процессы, транспортировка веществ), химии (реакции в условиях диффузии), технологических процессах, экологии (диффузия загрязняющих веществ), медицине (теплоперенос в организме), машиностроении и т.д. Поэтому явления переноса

особенно интересны и перспективны в аспекте внесения научно-обоснованных методических изменений в практику преподавания.

Выстраивание метапредметных связей при изучении явлений переноса делает физику более содержательной, будет способствовать формированию системного мышления, выстроит прочный фундамент для будущей профессиональной деятельности. Игнорирование же системных связей (что наблюдается при традиционном обучении) приводит к разобщенности научных знаний, снижению когнитивной гибкости студентов и их неспособности применять физические законы в реальных условиях.

Таким образом, исследование, направленное на научное обоснование, разработку и экспериментальную проверку формирования метапредметного научного знания на примере изучения явлений переноса, является актуальным, имеет научно-методическую и практическую значимость, и отвечает приоритетам современной педагогической науки.

Цель исследования

Разработка, научное обоснование и экспериментальная проверка формирования метапредметного научного знания явлений переноса.

Методы исследования

Исследование базируется на комплексе научно-методических и эмпирических методов, отражающих как специфику педагогической науки, так и предметную направленность исследований в области физики. Использование различных методов обеспечивает полноту анализа, достоверность результатов и репрезентативность выводов.

1. *Теоретические методы*: анализ научно-методической литературы; сравнительный анализ учебных программ по физике, химии, биологии и экологии с целью выявления точек сопряжения и общих концептуальных основ; системный подход, позволяющий рассматривать физические явления как часть единой модели описания природы, интегрирующей знания из различных дисциплин; моделирование; подбор примеров, отражающих метапредметные связи; классификация учебных задач, моделирующих реальные производственные, научные или инженерные проблемы на основе явлений переноса.

3. *Эмпирические методы*: педагогический эксперимент, включающий формирующий этап (внедрение методики) и контрольный этап (сравнительный анализ результатов в контрольной и экспериментальной группах); анкетирование студентов (для диагностики уровня осведомленности о межпредметных связях, например, решение сложных задач и тестирование); статистическая обработка экспериментальных результатов; контент-анализ.

Теоретический анализ

Содержание исследования включает четыре основных этапов. Ниже представлены краткие сведения о содержании каждого из них.

Этап 1. Теоретико-аналитический

Исследование [1] показало, что время и формат обучения могут быть более гибкими, чем предполагалось ранее. Работа студента со сложными задачами, даже до получения прямого обучения, может улучшить последующее усвоение знаний. Студенты, которые пытаются задавать вопросы до лекции, часто запоминают и усваивают больше, чем их сверстники, которые просто слушают. Интересно, что обучающиеся испытывают трудности с плохо структурированным материалом, прежде чем преподаватель закрепит знания посредством обсуждения. Безусловно, начальное решение проблем часто безуспешно. Однако интеграция активного исследования с последующим прямым обучением приводит к более глубокому пониманию.

В работе [2], посвященной проблемам обучения с использованием искусственного интеллекта, центральное место занимает один основной вопрос. Кто выбирает, что делать и как быть, - обучающийся или искусственный интеллект? Авторы статьи приходят к выводу, что предоставление студентам возможности принимать решения недостаточно для утверждения, что они выступают субъектами собственного обучения. И тем самым в данной работе отражен комплексный подход.

Исследование [3] выражает междисциплинарный взгляд на текущее состояние и будущие направления исследований в области саморегулируемого обучения. Само-регуляция требует от студента большой ответственности за свои решения, за свой выбор. Такой подход выступает за использование современных технических решений для расширения возможностей самостоятельного обучения студентов в цифровой среде.

Большое значение для нашего исследования имеет работа [4] В статье подчеркивается рост академического интереса к гибриднему, интегрированному интеллекту в обучении. То есть, естественный, человеческий интеллект, предлагается интегрировать с искусственным, техническим интеллектом. Этот подход, как и предыдущие подходы, основан на метапредметном взаимодействии. По результатам исследований, при отсутствии различий в мотивации, студенты с поддержкой искусственного интеллекта демонстрировали активизацию саморегулируемого обучения. Однако авторы делают важное предупреждение о том, что применение технологий искусственного интеллекта могут вызывать у студентов «метакогнитивную лень».

В работе [5] также анализируется перспектива сотрудничества человека и искусственного интеллекта, что открывает большие возможности для углубления понимания и поддержки обучения. Доказано, что студенты и искусственный интеллект могут работать вместе, что приведет к появлению синергетического эффекта. Авторы утверждают, что интеграция сильных сторон человека и искусственного интеллекта имеет решающее значение для новых открытий в науках об обучении.

Авторы работы [6] представляют интегративный подход, подчеркивающий взаимосвязь здоровья человека, животных и окружающей среды. Ученые выступают за совместные междисциплинарные усилия по решению проблем обучения в условиях глобализации и возникающих угроз. В статье подчеркивается важность междисциплинарного сотрудничества и инновационных педагогических подходов. Оцениваются различные методы обучения, включая командное обучение, обучение на основе моделирования, обучение на основе конкретных случаев, междисциплинарные семинары и мастер-классы, анализируются их сильные и слабые стороны в содействии междисциплинарному пониманию. Хотя эти методы улучшают обучение, способствуя критическому мышлению, сотрудничеству и применению в реальном мире, они также сталкиваются с такими проблемами, как ограниченность ресурсов, изменчивость групповой динамики и сложность оценки долгосрочных результатов обучения. Авторы делают вывод о том, что решение проблем интеграции учебных программ и междисциплинарного сотрудничества имеет решающее значение для эффективной реализации образования, обеспечивая подготовку будущих специалистов к решению глобальных проблем.

В статье [7] изучена текущая ситуация с применением искусственного интеллекта среди преподавателей. Результаты показывают, что большинство преподавателей пробовали инструменты, но не интегрируют их в свою образовательную практику. Были выявлены основные барьеры, такие как отсутствие формального обучения, недостаток инфраструктуры и предполагаемые риски для академической честности и качества данных. Исследование показало значительный интерес к повышению квалификации преподавателей. Авторы утверждают, что для осмысленной интеграции искусственного интеллекта необходим стратегический подход, поэтапное внедрение с акцентом на развитие преподавательского состава, поддержку инфраструктуры и четко определенную институциональную политику. С этими выводами согласны авторы исследования [8], которые разработали свои стратегии внедрения механизмов искусственного интеллекта.

Как видим, несмотря на разнообразие изучаемых проблем, современные подходы в обязательном порядке диктуют необходимость междисциплинарности, в том числе и с использованием технологий искусственного интеллекта. Это важная сторона нашего исследования. В разработке метапредметного знания явлений переноса самое активное участие должны принять методы и приемы, формирующие более широкое информационное поле для анализа и выбора конкретных фактов и примеров. Однако работ, посвященных

формированию метапредметных знаний явлений переноса в курсе физики исследовательского университета, нам не встретилось. Проведенный анализ подтверждает актуальность и универсальность использования межпредметных связей в обучении физике, особенно по темам, связанным с явлениями переноса. Наиболее эффективными методами являются проектная деятельность, моделирование, лабораторные исследования, использование цифровых технологий и искусственного интеллекта. Данные подходы лежат в основе формирования системного мышления у студентов технических специальностей.

Экспериментальная часть

Эксперимент начался с разработки модели формирования метапредметного знания явлений переноса.

Этап 2. Конструкторско-моделирующий

На основе полученных данных, а также применения комплекса методов исследования, с учетом опыта научной и практической деятельности авторов, разработана модель метапредметного научного знания явлений переноса.

Предварительно был выполнен сравнительный анализ учебных программ по физике, химии, биологии и экологии, на основе чего были выявлены общие концептуальные основы и направления для интеграции. Применялся системный подход, который помог рассмотреть явления переноса как часть единой модели описания и изучения природы, интегрирующей знания из различных дисциплин. Собственно структура метапредметного научного знания явлений переноса разработана и представлена нами в виде системы объективно существующих связей темы с другими разделами дисциплины «Физика», и другими науками.

Определение содержания понятия «Модель метапредметного научного знания явлений переноса»

Под моделью метапредметного научного знания явлений переноса в данном исследовании понимается система, состоящая из четырех взаимосвязанных элементов:

- 1) собственно структура метапредметного научного знания явлений переноса в виде схематического представления объективно существующих связей темы с другими разделами физики и другими науками;
- 2) вопросы, ответы на которые формируют внутрипредметные связи явлений переноса с другими разделами физики;
- 3) междисциплинарные факты, знание которых доказывает наличие связей явлений переноса с другими науками;
- 4) технические задания, при выполнении которых используются знания явлений переноса.

Назначение модели

Модель выступает в качестве научно-методического обеспечения формирования у обучающихся высших учебных заведений знания и понимания места явлений переноса в структуре метапредметного научного знания при изучении физики. Тем самым, вносится вклад в решение важнейшей задачи высшего образования – формирование системного стиля мышления у будущих специалистов технического профиля.

Область и условия применения модели

Модель разработана для высших учебных заведений, в которых реализуются образовательные программы по техническим направлениям подготовки, и при этом физика изучается как базовая дисциплина. Физика изучается студентами первых и (или) вторых курсов, совместно с химией, экологией и другими естественными науками. Объем дисциплины «Физика» составляет не менее пяти кредитов. Модель может применяться во время лекционных и практических занятий по теме «Явления переноса в термодинамически неравновесных системах».

Этап 3. Организационно-методический

На этом этапе исследования выполнен подбор примеров, отражающих метапредметные связи. Были составлены вопросы для формирования внутрипредметных связей явлений переноса с другими разделами физики.

Далее была выполнена классификация учебных задач, моделирующих реальные межпредметные научные проблемы, решаемые на основе метапредметных знаний о явлениях переноса. Были подобраны междисциплинарные факты, знание которых доказывает наличие связей явлений переноса с другими науками.

Наконец, производилась классификация учебных задач, моделирующих реальные производственные и технические проблемы, понимание которых происходит на основе метапредметных знаний. Были составлены технические задания, при выполнении которых используются знания явлений переноса.

Этап 4. Экспериментально-оценочный

В ходе экспериментальной работы получены данные, позволяющие судить об эффективности формирования метапредметного научного знания явлений переноса в курсе физики для студентов технических направлений подготовки.

Основные результаты исследования

1. Повышение уровня предметных и метапредметных знаний

Средний балл по итоговому тесту в экспериментальной группе составил 4,5 балла, что на 1,2 балла выше, чем в контрольной группе (3,3 балла). Доля студентов, продемонстрировавших высокий уровень понимания явлений переноса в междисциплинарном контексте, увеличилась в экспериментальной группе с 12% до 68%. В контрольной группе прирост составил всего 8% (с 15% до 23%).

2. Развитие навыков интеграции знаний

Студенты экспериментальной группы лучше справлялись со сложными заданиями, требующими использования знаний из области химии, биологии или инженерии (например, расчет теплопередачи в реальных объектах). Они продемонстрировали наиболее высокий уровень когнитивных навыков: умение проводить аналогии, объяснять явления смежных дисциплин, выстраивать причинно-следственные связи между явлениями.

3. Повышение мотивации и профессиональной направленности

По данным опроса, 87% студентов экспериментальной группы отметили, что новый подход помог им понять важность физики для их будущей профессии. В контрольной группе этот показатель составил всего 34%. Также в экспериментальной группе повысился интерес к курсу: 78% студентов отметили повышенную вовлеченность, тогда как в контрольной группе - только 29%.

4. Повышение самооценки и уверенности

В экспериментальной группе на 35% увеличилось количество студентов, оценивших свои знания как «достаточные для объяснения явлений в реальной практике». Увеличилось количество студентов, которые смогли убедительно защитить решения задач на междисциплинарном уровне.

Выводы

В данном исследовании разработана, научно обоснована и экспериментально проверена модель формирования метапредметного научного знания явлений переноса. Выбор темы обусловлен ярко выраженной междисциплинарной направленностью, причиной ряда природных и технологических процессов. Применение комплекса научных методов исследования в целом доказали, что метапредметный подход к обучению физике, основанный на построении устойчивых межпредметных и внутрипредметных связей, действительно способствует более глубокому и содержательному усвоению учебного материала, формированию системного научного мышления у студентов.

Разработанная и внедренная модель метапредметного научного знания явлений переноса доказала свою эффективность. Внедрение модели в учебный процесс обеспечило достижение требуемых образовательных результатов и активизировало процесс личной вовлеченности студентов на основе роста мотивации к обучению. Педагогический эксперимент показал статистически значимую разницу между контрольной и экспериментальной группами по всем основным показателям, что подтверждает научную обоснованность и практическую эффективность предлагаемого подхода. Полученные данные подтверждают, что

межпредметная интеграция обогащает содержание курса физики и служит средством развития инженерной компетентности (умения применять научные знания в сложных, межпредметных ситуациях).

Таким образом, цель исследования достигнута. Экспериментально доказано, что исследование имеет научно-методическую и практическую значимость, и отвечает приоритетам современной педагогической науки. Полученные результаты можно использовать во всех организациях высшего образования, в которых осуществляется подготовка технических специалистов и изучается дисциплина «Физика». Результаты исследования можно распространить и на другие темы курса физики (термодинамика, электромагнетизм, квантовые явления), а также на другие уровни образования.

Список литературы

1. Asher M.W., Carvalho P.F. Conditions for Effective Learning Without Upfront Instruction: How Practice with Feedback Supports Memory, Generalization, Motivation, and Metacognition. *Educational Psychology Review*, 2026, Vol.38, 12. <https://doi.org/10.1007/s10648-025-10103-6>
2. Brod G. Agency does not equal choice – conceptualizing agency for learning in the age of AI. *Learning and Individual Differences*, 2026, Vol.125, Art. 102841. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102841>
3. Lämsä J., de Mooij S., Baars M. et al. Self-Regulated Learning, Multimodal Data, and Analysis Grid: Where Are We Now and Where Are We Going? *Educational Psychology Review*, 2026, Vol.38, 5. <https://doi.org/10.1007/s10648-025-10113-4>
4. Fan Y., Tang L., Le H., Shen K., Tan S., Zhao Y., Shen Y., Li X., & Gašević D. Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 2025, Vol.56(2), 489–530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>.
5. Järvelä S., Nguyen A., & Hadwin A. Human and artificial intelligence collaboration for socially shared regulation in learning. *British Journal of Educational Technology*, 2023, Vol.54(5), 1057–1076. <https://doi.org/10.1111/bjet.13325>
6. Cai C., Jung Y.S., Pereira R., Brouwer M., Song J., Osburn B., McKenzie J., Qian Y. Advancing One Health education: integrative pedagogical approaches and their impacts on interdisciplinary learning. *Science in One Health*, 2024, Vol.3, 100079, <https://doi.org/10.1016/j.soh.2024.100079>
7. Hung N., Pham N.S., Nguyen T.M., Nguyen T.M., Tran V.A., & Nguyen T.M. Assessing the Adoption of Artificial Intelligence in Higher Education: A Case Study of Hanoi Metropolitan University. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2026, Vol.21(01), pp. 73–92. <https://doi.org/10.3991/ijet.v21i01.59557>
8. Owoc M.L., Sawicka A., Weichbroth P. Artificial Intelligence Technologies in Education: Benefits, Challenges and Strategies of Implementation. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. 2021. Vol.599. pp.37-58. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85001-2_4

Е.В. Пономаренко^{*1}, Р.С. Жанабекова², А. Бакиржанқызы³, З.А. Абсаматова⁴
¹п.ғ.д., профессор, fizika.ponomarenko.2020@mail.ru, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

²аға оқытушы, rakhiya.zhanabekova@aeuzov.edu.kz М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

³аға оқытушы, Bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

⁴оқытушы, zalina.absamatova88@mail.ru М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІНДЕ ФИЗИКАНЫ ОҚУДА МЕТА-ПӘНДІК ҒЫЛЫМИ БІЛІМДІ ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Түйін

Бұл мақалада зерттеу университетіндегі физика зерттеулеріндегі мета-пәндік ғылыми білімнің дамуы қарастырылады. Бұл мәселенің өзектілігі және осы зерттеу тақырыбы әлемдік үрдістердің әсерінен жоғары білім беру жүйесіндегі өзгерістермен расталады (жасанды интеллекттің дамуы, адам қызметінің барлық салаларын цифрландыру, ғылым мен тәжірибенің интеграциясы, университеттің жаңа мәртебесі және т.б.). Бұл өзгерістер жаңа және үнемі өзгеріп отыратын жағдайларда өмір сүріп, жұмыс істей алатын мамандарға деген сұраныстың артуына әкеледі. Зерттеу университеті дәстүрлі университеттерден зерттеу тәсілінің оның қызметінің барлық салаларында (академиялық, ғылыми, әдістемелік және академиялық) болуымен ерекшеленеді. Пәнге тән оқыту әдістері де өз тәсілдерін өзгертуі керек. Техникалық бағдарламалар бойынша студенттерге физиканы оқыту әдістемесі жоғары білім берудегі жаһандық өзгерістерге сәйкес өзгеруі керек. Студенттердің мета-пәндік білімін дамыту ерекше маңызды. Бұл мәселе осы мақалада тасымалдау құбылыстары туралы мета-пәндік білімді дамыту мысалын қолдана отырып қарастырылады. Автордың тәсілінің тиімділігі педагогикалық эксперимент нәтижелерімен расталады.

Кілттік сөздер: жоғары білім, физика, физика білімі, тасымалдау құбылыстар, құрылым, зерттеу университеті

Y.V. Ponomarenko^{*1}, R.S.Zhanabekova², A.Bakirzhankyzy³, Z.A.Absamatova⁴

¹Doctor of Pedagogical Sciences, professor, fizika.ponomarenko.2020@mail.ru, SKU M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan

²senior lector, rakhiya.zhanabekova@aeuzov.edu.kz SKU M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan

³senior lector, Bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com SKU M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan

⁴lector, zalina.absamatova88@mail.ru SKU M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan

FORMATION OF META-SUBJECT SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN THE STUDY OF PHYSICS AT A RESEARCH UNIVERSITY

Abstract

The article examines the problem of formation of metasubject scientific knowledge when studying physics at a research university. The relevance of the problem and research topic is confirmed by changes in the system of higher education caused by global trends of our time (development of artificial intelligence, digitalization of all spheres of human activity, integration of science and practice, new status of the university, etc.). The consequence of these changes is the growing need for specialists who are able to live and work in new and constantly changing conditions. A research university differs from classical universities in that a research approach is present in all areas of its activity (educational, scientific, methodical, and academic). Subject teaching methods must also change their approaches. The methodology of physics training for students of technical fields should be transformed due to global changes in higher education. A particularly important issue is the formation of students' metasubject knowledge. This question is studied in the article, on the example of the formation of metasubject knowledge and the transfer of phenomena. The effectiveness of the author's approach is confirmed by the results of a pedagogical experiment.

Keywords: higher education, physics, physics education, transfer phenomena, structure, research university

