http://ma123.ru **ЦИТИСЭ** № 4 (50) 2026 **ISSN** 2409-7616

© Е.В. Плащевая, Е.А. Уточкина, Н.В. Нигей

Научная статья
УДК 378.147:53

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КУРС ФИЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Е.В. Плащевая, Е.А. Уточкина, Н.В. Нигей

Плащевая Елена Викторовна,
кандидат педагогических наук, заведующий кафедры медицинской физики, Амурская государственная медицинская академия, Благовещенск, Россия.
ORCID: 0000-0001-5492-037X
elena-plashhevaja@rambler.ru

Уточкина Елена Александровна,
кандидат технических наук, доцент кафедры химии, Амурская государственная медицинская академия, Благовещенск, Россия.
ORCID: 0000-0001-7311-7013
elenautochkina@mail.ru

Нигей Надежда Викторовна,
старший преподаватель кафедры медицинской физики, Амурская государственная медицинская академия, Благовещенск, Россия.
ORCID: 0000-0001-9591-7492
nadejda-nigeyy@rambler.ru

Аннотация. *Переход медицинских и фармацевтических специальностей на образовательные стандарты, включающие универсальную компетенцию проектного типа, обострил противоречие между фундаментальным характером курса физики и запросом на его профессиональную релевантность. Целью представленной работы является обоснование теоретико-методологической модели интеграции проектной деятельности в образовательном процессе курса физики для студентов медицинских специальностей, удерживающей системность дисциплины. Методологической основой исследования послужило комплексное сочетание системного, деятельностного, компетентностного и практико-ориентированного подходов, обеспечивающих единство теоретического анализа и практической реализации поставленных задач. Проведен теоретический анализ и систематизация русскоязычных и зарубежных публикаций за 2019-2025 годы. Систематизированный анализ научных публикаций обнаружил дефицит целевых исследований, сочетающих проектную интервенцию с контролируемым измерением предметных результатов в курсе физики для студентов, обучающихся по медицинским и фармацевтическим специальностям. Предложена гибридная интегративно-практико-*

ориентированная модель образовательного процесса, в котором фундаментальное ядро удерживается как каркас, а каждая тема связывается с профессиональным контекстом через мини-проекты, лабораторно-проектные задания и профильные кейсы. Уточнено понятие проекта в фундаментальной дисциплине как ограниченного по времени задания с проверяемым продуктом. Описаны инвариантно-вариативная организация тематического содержания дисциплины, четыре формы проектной работы и аналитическая рубрика оценивания результатов знания с шестью критериями. Новизна работы заключается в переносе логики проектного обучения на фундаментальный курс физики при условии лабораторного мониторинга результата и профильной дифференциации заданий по направлениям «лечебное дело», «стоматология», «фармация». Результаты применимы при проектировании рабочих программ по физике в медицинских вузах. Обоснована необходимость пилотной эмпирической проверки модели как обязательного этапа научно обоснованного внедрения.

Ключевые слова: *проектная деятельность, физика, медицинские специальности, интегративная практико-ориентированная модель, теоретико-методологические основы, интеграция.*

Библиографическая ссылка: *Плащевая Е.В., Уточкина Е.А., Нигей Н.В. Теоретико-методологические основы интеграции проектной деятельности в курс физики для студентов медицинских специальностей // ЦИТИСЭ. 2026. № 4. С. 171-182.*

Research Full Article
UDC 378.147:53

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR INTEGRATING PROJECT-BASED ACTIVITY INTO THE PHYSICS COURSE FOR STUDENTS OF MEDICAL SPECIALTIES

E.V. Plashchevaya, E.A. Utochkina, N.V. Nigey

Elena V. Plashchevaya,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics, Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, Russian Federation.
ORCID: 0000-0001-5492-037X
elena-plashhevaja@rambler.ru

Elena A. Utochkina,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, Russian Federation.
ORCID: 0000-0001-7311-7013
elenautochkina@mail.ru

Nadezhda V. Nigey,
Senior Lecturer, Department of Medical Physics,
Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk,
Russian Federation.
ORCID: 0000-0001-9591-7492
nadejda-nigeyy@rambler.ru

Abstract. *The transition of medical and pharmaceutical specialties to educational standards that incorporate universal project-based competencies has exacerbated the contradiction between the fundamental nature of the physics course and the demand for its professional relevance. The aim of this study is to substantiate a theoretical and methodological model for integrating project-based activities into the educational process of a physics course for medical students, maintaining the discipline's systematic nature. The methodological basis of the study was a comprehensive combination of systemic, activity-based, competency-based, and practice-oriented approaches, ensuring the unity of theoretical analysis and the practical implementation of the stated objectives. A theoretical analysis and systematization of Russian-language and international publications for 2019-2025 was conducted. A systematic analysis of scientific publications revealed a shortage of targeted studies combining project-based interventions with controlled measurement of subject-specific outcomes in the physics course for students studying in medical and pharmaceutical specialties. A hybrid integrative and practice-oriented model of the educational process is proposed. The fundamental core serves as a framework, and each topic is linked to the professional context through mini-projects, laboratory project assignments, and specialized cases. The concept of a project in a fundamental discipline is clarified as a time-limited assignment with a testable product. The invariant-variable organization of the subject content of the discipline, four forms of project work, and an analytical rubric for assessing knowledge results with six criteria are described. The novelty of this work lies in the transfer of the project-based learning logic to a fundamental physics course, provided that laboratory monitoring of results and specialized differentiation of assignments in the areas of «general medicine», «dentistry», and «pharmacy» are included. The results are applicable to the design of physics curricula at medical universities. The need for a pilot empirical test of the model as a mandatory stage of scientifically based implementation is substantiated.*

Keywords: *project activities, physics, medical specialties, integrative practice-oriented model, theoretical and methodological foundations, integration.*

For citation: Plashchevaya, E. V., Utochkina, E. A., & Nigey, N. V. (2026). Theoretical and methodological foundations for integrating project-based activity into the physics course for students of medical specialties. *CITISE, 4*, 171–182. (In Russian).

Введение.

Запрос на профессиональную релевантность естественнонаучной подготовки врача обострился вместе с переходом медицинских и фармацевтических специальностей на образовательные стандарты, прямо включающие универсальную компетенцию проектного типа[1]. Курс физики в медицинском вузе сохраняет при этом статус фундаментальной дисциплины - и здесь возникает напряжение. Физика дает системный аппарат, без которого

[1]Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 31.05.01 «Лечебное дело» (утв. приказом Минобрнауки России); аналогичная универсальная компетенция проектного типа закреплена ФГОС ВО – специалитет по специальности 33.05.01 «Фармация».

немыслимо понимание лучевых, ультразвуковых, оптических и биомеханических методов. Однако первокурсник нередко считывает ее как набор формул, слабо связанных с будущей клинической или провизорской практикой.

Профильная дифференциация тематического содержания дисциплины уже стала практикой. Публикации 2024 года показывают, как материал курса разводится по направлениям «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология», «Фармация» [2, с. 14; 3, с. 21; 4, с. 28] и акцентируются:

- для стоматологов: механика, оптика, адгезия, тепловые свойства материалов, лазеры и рентгеновское излучение;
- для провизоров: оптические методы, рефрактометрия, метрология и связь с фармакопейными требованиями;
- для клинических специальностей: гемодинамика, биоакустика, электрофизиология и томографические методы.

Интеграция проектной деятельности вырастает в образовательном процессе не как педагогическое украшение, а как продолжение уже начавшейся профессионализации содержания.

Проблема исследования обусловлена противоречием между потребностью медицинского образования в профессионально релевантной, деятельностно-организованной физической подготовке и недостаточной разработанностью теоретико-методологических оснований для встраивания проектной деятельности в фундаментальный курс физики без утраты его системности. Целевые контролируемые исследования именно по такой интеграции немногочисленны [1, с. 32; 11, с. 233-241].

Цель работы - обосновать теоретико-методологическую модель интеграции проектной деятельности в курс физики для студентов медицинских специальностей.

Поставленные задачи:

- систематизировать русскоязычные и зарубежные подходы к проектному и проблемному обучению применительно к фундаментальному курсу;
- уточнить понятие проекта в фундаментальной дисциплине;
- разработать инвариантно-вариативную модель интеграции;
- предложить рубрику оценивания и обозначить перспективу эмпирической проверки.

Исследование сознательно ограничено рабочими предположениями. Речь идет о первом курсе специалитета, где физика реализуется как базовая дисциплина с медицинской направленностью, а объем условно принимается семестровым. Эти допущения опираются на русскоязычные публикации 2024 года, описывающие курс физики именно на начальном этапе подготовки [3, с. 21; 4, с. 28], и не претендуют на статус утверждения о конкретном вузе.

Методология исследования.

Методологической платформой служит сочетание четырех подходов: системный задает требование удержать целостность физического аппарата, деятельностный и компетентностный переносят акцент с трансляции знаний на профессионально ориентированное действие, практико-ориентированный связывает каждую тему с измеримой медицинской задачей. Применены методы теоретического анализа, систематизации и сопоставления источников научных публикаций, а также педагогического моделирования.

Материалом послужил корпус русскоязычных публикаций 2019-2025 годов о содержании и методике физики в медицинском вузе и массив зарубежных работ по проблемному и проектно-ориентированному обучению.

Русскоязычная литература распадается на три массива:

1) Конструирование содержания курса физики в медицинском вузе - опорной выступает работа С.А. Шемякиной и Е.А. Пономаревой с выделением базового инварианта фундаментального физического знания и вариативной части [1, с. 32].

2) Профильная адаптация курса для конкретных направлений - показательны публикации 2024 года по лечебному делу, стоматологии и фармации [2, с. 17; 3, с. 22; 4, с. 28].

3) Методические формы работы - профессионально ориентированные задачи и учебно-исследовательские лабораторные работы [5, с. 54; 6, с. 62], а также первые опыты переноса проектного обучения в медицинское и фармацевтическое образование [7, с. 47].

В отобранном корпусе доминируют обзорные и содержательно-нормативные тексты. Прямых работ с полноценным дизайном «проектная интервенция - валидизированные pre/post измерения - контрольная группа» среди русскоязычных материалов немного, что делает этот мониторинговый дефицит и теоретико-методологическую разработку востребованной [1, с. 32].

Зарубежный корпус устроен иначе, он плотнее покрывает педагогическую технологию. К. Хмело-Сильвер описала проблемное обучение как формат, в котором малые группы сами определяют, чему им нужно научиться для решения проблемы, а преподаватель выступает фасилитатором [14, с. 244]. Мета-анализ Л. Чжан и Ю. Ма по 66 эмпирическим исследованиям зафиксировал значимое улучшение учебных результатов, установок и мыслительных навыков при проектном обучении, причем лабораторные занятия и группы из четырех-пяти человек выглядели особенно благоприятно [9, с. 11]. Для сегмента health professions обзор М. Эйли и соавторов, подтверждает рост критического анализа, вовлеченности и профессиональной уверенности, но прямо констатирует историческую недоисследованность поля [11, с. 240-241]. Scoping review Х.К. Трульяса и соавторов по медицинскому образованию показывает, что эффективность проблемного обучения остается дискуссионной из-за трудности сравнения с традиционным форматом [12, с. 8].

Авторские концептуальные подходы к решению проблемы.

Что считать проектом в фундаментальной дисциплине? Вопрос не риторический: без ответа на него интеграция вырождается либо в реферат, либо в презентацию без физического содержания. Под проектом в курсе физики для медиков мы понимаем ограниченное по времени командное или индивидуально-командное задание, в котором студент решает реалистично смоделированную медицинскую или фармацевтическую проблему средствами физики и предъявляет проверяемый продукт - протокол измерений, расчетную модель, аналитическую записку по прибору, мини-исследование.

Мониторинг процесса здесь принципиален. Если результат нельзя подтвердить измерением, расчетом или анализом данных, задание плохо встроено в физику.

Накопленные данные подталкивают не к «чистой» проектной модели, а к гибридной интегративно-практико-ориентированной. Фундаментальное ядро удерживается как каркас, но каждая тема связывается с профессиональным контекстом через мини-проекты, лабораторно-проектные задания и профильные кейсы. Такая конфигурация отвечает особенностям первого курса - клинического опыта для «полного» профессионального проекта пока еще недостаточно, а контекста для короткого практико-ориентированного - уже хватает.

Модель опирается на пять принципов:

- двойная опора на фундаментальность и профессиональную направленность: осваивается не «популярная физика для медиков», а системный аппарат, переносимый затем в медицинский контекст.
- инвариантно-вариативная организация, при которой часть курса общая, а часть профилируется;

- поэтапность проектности - разворачивается от микро-проекта внутри занятия к межтемному командному проекту и требует, чтобы автономия студента нарастала постепенно, по мере накопления им методической самостоятельности;
- лабораторная укорененность - проект, не проверяемый экспериментом или расчетом, выводится за рамки курса;
- смешанное оценивание продукта, процесса и доказательности применения теории.

Инвариантный блок включает физические законы, методы измерения, обработку данных и погрешности, базовые принципы взаимодействия излучения, света, механических и электрических процессов с биосистемами.

Вариативный блок подбирает медицинские значимые объекты:

- для стоматологов: адгезия, теплопроводность, оптика, лазеры, рентген;
- для провизоров: вязкость, поверхностные свойства, рефрактометрия, колориметрия, метрология;
- для клинических специальностей: гемодинамика, биопотенциалы, ультразвук, лучевые методы.

Сопоставление пяти методологических линий, на которые опирается модель, представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение методологических подходов к проектной интеграции

Подход	**Теоретическое ядро**	**Сильные стороны для курса физики медицинских специальностей**	**Основные ограничения**
Интегративно-практико-ориентированный	Базовый инвариант плюс вариативная профильная часть	Сохраняет системность и разводит содержание по профилям подготовки	Сам по себе не задает деятельность студента и формат продукта
Проблемно-ориентированное обучение (PBL)	Открытая проблема, малые группы, фасилитация преподавателя	Развивает клинико-подобное рассуждение, поиск информации, аргументацию	Без структуры ослабляет полноту фундаментальной подготовки
Проектно-ориентированное обучение (PjBL)	Реалистичный контекст, исследование, продукт, защита	Связывает физику с измерением, моделированием, анализом прибора	Трудоемкость; риск подмены физики «оформлением» продукта
Кейс-обучение (CBL)	Разбор профессиональных ситуаций и решений	Удобно для интерпретации данных прибора и выбора метода	Слабее в создании исследовательского продукта, чем PjBL
Обучение служением	Проект вокруг общественно значимой задачи	Усиливает ценностную и коммуникативную составляющую	Требует дозировки, чтобы не размыть предметное ядро

Полученные результаты.

Полученным результатом выступает дизайн модульного курса «Физика для медицинских специальностей», где каждая тема проходит обязательный цикл: вводное

проблемное задание - микрообъяснение - лабораторно-проектная работа - защита - краткий тест самоконтроля. Этот дизайн согласуется с тем, как в публикациях 2024 года описаны самостоятельная работа, защита лабораторных и профильная адаптация тем [3, с. 23-24; 4, с. 31].

Для первого курса реалистичны четыре формы интеграции. Мини-проект на одно-два занятия внутри темы – ультразвук, оптика, гемодинамика. Лабораторно-проектная работа, где стандартная лабораторная получает элементы выбора объекта, переменных и способа интерпретации результата. Третья форма, межтематический проект на три-четыре недели, требует уже выраженного продукта и более длинной сборки данных. К ней примыкает проект-защита раздела, когда группа готовит решение, презентацию и физико-медицинскую аргументацию по профессиональной задаче. Такие формы не разрушают учебный план и удерживают проект внутри аудиторной работы, а не выносят его в факультативную надстройку. Отдельную нишу занимают социально ориентированные проекты по модели обучения служением, уместные в темах профилактики, бытовой дозиметрии, света, шума и микроклимата [8, с. 44-45].

При условном объеме курса распределение часов может выглядеть так: около 30% - лекционно-объяснительный минимум; около 35% - лабораторно-практические занятия; примерно пятая часть - проектные задания внутри тем. Остальные оставшиеся часы предназначены для самостоятельной работы - решение задач, подготовка к защите эксперимента или проекта. Для укороченного курса логика сохраняется, но число полноформатных проектов сокращается до двух-трех межтематических циклов.

Оценивание выстраивается как аналитическая рубрика с шестью критериями: физическая корректность; качество данных и измерений; интерпретация в медицинском контексте; логика проектного решения; командное взаимодействие; качество представления результата. Веса распределяются в пропорции 30/20/20/10/10/10. Конфигурация не случайна: исследования проектного обучения в физике и в высшей школе обнаруживают типичный риск - при слабой рубрике проект усиливает вовлеченность, но не гарантирует глубокого усвоения теории, тогда как ясные критерии повышают содержательную результативность и делают сравнение групп корректным [10, с. 36; 13, с. 321]. Примеры профильных проектов с продуктами и критериями приведены в таблице 2.

Таблица 2

Примеры проектов по профилям подготовки

Проект	**Профиль**	**Продукт**	**Ключевые оценочные критерии**
Ультразвук в диагностике тканей и зубной эмали	Лечебное дело / Стоматология	Расчетно-экспериментальный отчет и постер	Корректность расчетов; интерпретация; клиническая релевантность
Биомеханика рычагов и мостовидных протезов	Стоматология	Сравнительный расчет и презентация	Физическая модель; учет свойств материалов; аргументация
Оптический контроль качества растворов и сырья	Фармация	Электронный отчет и карта измерения	Точность измерения; связь с фармакопейной логикой
Датчики, электроды и	Лечебное дело /	Паспорт прибора и	Корректность схемы;

биопотенциалы	Педиатрия	мини-исследование сигнала	интерпретация сигнала; применимость
Свет, фотометрия и лазеры в стоматологии	Стоматология	Сравнительный обзор и демонстрационный стенд	Параметры излучения; безопасность; объяснение ограничений

Минимально достаточный ресурсный набор скромен: оборудование базового физического практикума, часть профессионально релевантных объектов исследования, цифровая среда для сдачи электронных отчетов, шаблоны рубрик и банк профильных задач и кейсов:

- для фармацевтического: растворы, экстракты и простые оптические или вязкостные измерения;
- для стоматологического: материалы, модели, оптические и тепловые задачи;
- для клинического: датчики, биосигналы и гемодинамические модели.

Состав объекта исследования и формы контроля не стоит отрывать от будущей профессиональной деятельности, на этом настаивают и русскоязычные публикации по профильной адаптации курса [3, с. 21; 4, с. 34].

Единый рубрикатор сохраняется для всех профилей, но вес критериев варьируется: для фармации повышается доля точности измерений и метрологии, для стоматологии - материаловедческой интерпретации, для клинических специальностей - качества объяснения сигнала и клинико-диагностической релевантности.

Дефицит целевых исследований превращает пилот не в факультативное дополнение, а в необходимый этап. Наиболее реалистичным является квазиэксперимент смешанного типа с двумя параллельными группами: контрольная группа обучается по традиционной лекционно-лабораторной модели; экспериментальная по гибридной модели. Рекомендуемая выборка: 100-140 студентов первого курса.

Предметные результаты измеряются критериально-ориентированным тестом и рубрикой проекта; мотивация и учебные стратегии - опросником MSLQ, представления о физике валидированным инструментом CLASS [15, с. 1]. Базовый анализ включает проверку исходной эквивалентности групп, ANCOVA с pre-test как ковариатой и расчет величины эффекта (d Коэна); при кодировании результатов по уровням применим критерий χ^2, как это сделано в российском педагогическом эксперименте по практико-ориентированному обучению физике [6, с. 62].

Анализ полученных результатов.

Главное достоинство предложенной модели в том, что она снимает хроническое противоречие между «фундаментальным» и «прикладным». Когда ультразвук, оптика, адгезия, рентген или рефрактометрия предъявлены не только как разделы курса, но и как задачи с продуктом, измерением и защитой, физика начинает работать как язык профессионального действия.

Русскоязычные работы по содержанию курса подводят к такому выводу, а зарубежные исследования фиксируют сопутствующие эффекты: рост вовлеченности, сдвиг к более «экспертным» представлениям о физике, развитие командной работы [9, с. 11; 13, с. 321].

Риски существенны, и назвать их лучше прямо. Проектная деятельность повышает нагрузку на преподавателя: рубрики, вариативные задания, сопровождение групп и оценивание требуют больше времени, чем лабораторная работа по инструкции. На первом курсе у части студентов недостает физико-математической базы для высокой автономии - без жесткой структуры проект соскальзывает в поверхностную презентацию. Успех,

наконец, зависит от дизайна: малые группы, ясные цели, лабораторная поддержка и качественная обратная связь оказываются условиями, а не украшениями. Поэтому модель и не строится как отказ от объяснения, она предполагает ступенчатую проектную деятельность с постепенным наращиванием самостоятельной работы. Организационная сторона внедрения - сопровождение, распределение ответственности, управление проектной работой, которая проработана в отечественных публикациях по проектному обучению в медицинском и фармацевтическом образовании [7, с. 48-49].

Отдельного внимания требует подготовка преподавателя. Переход к проектной работе меняет его роль: вместо трансляции готового материала он проектирует проблемные ситуации, сопровождает группы и оценивает по рубрике, удерживая баланс между свободой поиска и предметной строгостью. Без методической переподготовки этот сдвиг дается тяжело, и именно нехватка такой подготовки чаще, чем нехватка оборудования, тормозит внедрение. С эмпирической стороны важен аккуратный вывод. Дело не в отсутствии литературы вообще, а в нехватке плотного массива именно целевых исследований. Русскоязычные работы описывают содержание, технологии и профессионально ориентированные задачи; зарубежные подтверждают потенциал проблемного и проектно-ориентированного обучения в смежной физике и в health professions, но редко сфокусированы на первом курсе медицинских специальностей в связке «физика плюс проект» [11, с. 233-241; 12, с. 8]. Аргумент в пользу внедрения сегодня может быть только смешанным: часть оснований доказательна, часть теоретико-методологична, часть подлежит подтверждению локальным пилотом.

Заключение.

Проведенный анализ позволяет констатировать следующее. Интеграция проектной деятельности в курс физики для медицинских специальностей методологически оправдана: она лежит на пересечении профильной дифференциации содержания и нормативного усиления проектной компоненты высшего образования. Наиболее сильные русскоязычные основания дают сегодня не исследования собственно проектного обучения, а работы по содержанию курса, профессионально ориентированным задачам и учебно-исследовательским лабораторным формам [1, с. 32; 5, с. 55-56].

Предпочтительной представляется гибридная модель, в которой фундаментальная физика остается каркасом, а проектность реализуется через мини-проекты, лабораторно-проектные задания и один-два межтематических проекта за семестр. Содержательное проектирование должно оставаться профильным – стоматология, фармация и клинические специальности не получают одинаковых проектов при общем инварианте. Для внедрения нужны не дорогие технологии, а ясные рубрики, малые команды, проверяемость результата, цифровая среда отчетов и методическая подготовка преподавателей.

Практическая значимость работы в том, что предложенная модель и рубрика применимы при проектировании рабочих программ по физике в медицинских и фармацевтических вузах. Дальнейшее исследование будет посвящено эмпирической верификации модели на выборке первокурсников с использованием квазиэкспериментального дизайна и анализу устойчивости предметных и мотивационных эффектов.

Список источников:

1. Шемякина С.А., Пономарева Е.А. Практическая потребность и теоретические основы построения содержания физики в медицинских вузах // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6-1. DOI: https://doi.org/10.17513/spno.32206

2. Мачнева Т.В., Филатов В.В. Особенности преподавания физики в медицинских вузах у студентов разных специальностей // Методология и технология непрерывного

профессионального образования. 2024. № 1. С. 13-19. DOI: https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.02

3. Буравлев Е.А. Физика для фармацевтов: структура и содержание дисциплины, образовательные технологии, особенности преподавания // Методология и технология непрерывного профессионального образования. 2024. № 1. С. 20-26. DOI: https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.03

4. Федорова В.Н., Квашнина Ю.А. Физика для стоматологов: структура и содержание дисциплины, образовательные технологии, особенности преподавания // Методология и технология непрерывного профессионального образования. 2024. № 1. С. 27-36. DOI: https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.04

5. Дигурова И.И. Решение физических задач как инструмент формирования профессиональных компетенций врача и провизора // Методология и технология непрерывного профессионального образования. 2024. № 1. С. 53-60. DOI: https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.10

6. Горбузова М.С., Тараненко Т.А., Чеусова Л.А., Шемякина С.А. Педагогический эксперимент по проверке эффективности применения методики практико-ориентированного обучения физике будущих инженеров // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 4. DOI: https://doi.org/10.17513/spno.34210

7. Харитонова Е.В., Соловьева И.А. Применение проектного обучения в медицинском и фармацевтическом образовании // Высшее образование сегодня. 2024. № 5. С. 45-50. DOI: https://doi.org/10.18137/RNU.HET.24.05.P.045

8. Прохорова М.В., Чепьюк О.Р., Мазанова А.Е., Бряндинская Н.Г., Немирова С.В. Обучение служением в медицинском вузе: основные подходы к проектированию дисциплины // Высшее образование в России. 2024. Т. 33, № 8-9. С. 42-62. DOI: https://doi.org/10.31992/0869-3617-2024-33-8-9-42-62

9. Zhang L., Ma Y. A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study // Frontiers in Psychology. 2023. Vol. 14. Art. 1202728. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728

10. Wijnia L., Noordzij G., Arends L.R., Rikers R.M.J. P., Loyens S. M.M. The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: a meta-analysis // Educational Psychology Review. 2024. Vol. 36 (1). Art. 29. DOI: https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3

11. Aley M., Lee R., Wang J., Wang J., Zheng S. Project-based learning and student outcomes in health professions education: a literature review // Health Professions Education. 2024. Vol. 10, No. 3. DOI: https://doi.org/10.55890/2452-3011.1292

12. Trullas J.C., Blay C., Sarri E., Pujol R. Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review // BMC Medical Education. 2022. Vol. 22. Art. 104. DOI: https://doi.org/10.1186/s12909-022-03154-8

13. Lee M., Larkin C., Hoekstra S. Impacts of problem-based instruction on students' beliefs about physics and learning physics // Education Sciences. 2023. Vol. 13, No. 3. Art. 321. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci13030321

14. Hmelo-Silver C.E. Problem-based learning: what and how do students learn? // Educational Psychology Review. 2004. Vol. 16, No. 3. P. 235-266. DOI: https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

15. Adams W.K., Perkins K.K., Podolefsky N.S., Dubson M., Finkelstein N.D., Wieman C.E. New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: the Colorado Learning Attitudes about Science Survey // Physical Review Special Topics - Physics Education Research. 2006. Vol. 2, No. 1. Art. 010101. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101

References

1. Shemyakina, S. A., & Ponomareva, E. A. (2022). Practical needs and theoretical foundations of developing physics content in medical universities. *Modern Problems of Science and Education, 6-1.* (In Russian). https://doi.org/10.17513/spno.32206

2. Machneva, T. V., & Filatov, V. V. (2024). Features of teaching physics to students of different specialties in medical universities. *Methodology and Technology of Continuous Professional Education*, *1*, 13–19. (In Russian). https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.02

3. Buravlev, E. A. (2024). Physics for pharmacists: Structure and content of the discipline, educational technologies, teaching features. *Methodology and Technology of Continuous Professional Education*, *1*, 20–26. (In Russian). https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.03

4. Fedorova, V. N., & Kvashnina, Yu. A. (2024). Physics for dentists: Structure and content of the discipline, educational technologies, teaching features. *Methodology and Technology of Continuous Professional Education*, *1*, 27–36. (In Russian). https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.04

5. Digurova, I. I. (2024). Solving physical problems as a tool for forming professional competencies of a physician and a pharmacist. *Methodology and Technology of Continuous Professional Education*, *1*, 53–60. (In Russian). https://doi.org/10.24075/MTCPE.2024.10

6. Gorbuzova, M. S., Taranenko, T. A., Cheusova, L. A., & Shemyakina, S. A. (2025). Pedagogical experiment to test the effectiveness of applying the methodology of practice-oriented teaching of physics to future engineers. *Modern Problems of Science and Education*, *4.* (In Russian). https://doi.org/10.17513/spno.34210

7. Kharitonova, E. V., & Solovieva, I. A. (2024). Application of project-based learning in medical and pharmaceutical education. *Higher Education Today*, *5*, 45–50. (In Russian). https://doi.org/10.18137/RNU.HET.24.05.P.045

8. Prokhorova, M. V., Chepyuk, O. R., Mazanova, A. E., Bryandinskaya, N. G., & Nemirova, S. V. (2024). Service-learning in a medical university: Main approaches to discipline design. *Higher Education in Russia*, *33*(8-9), 42–62. (In Russian). https://doi.org/10.31992/0869-3617-2024-33-8-9-42-62

9. Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, *14*, Article 1202728. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728

10. Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M. J. P., & Loyens, S. M. M. (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, *36*(1), Article 29. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3

11. Aley, M., Lee, R., Wang, J., Wang, J., & Zheng, S. (2024). Project-based learning and student outcomes in health professions education: A literature review. *Health Professions Education*, *10*(3). https://doi.org/10.55890/2452-3011.1292

12. Trullas, J. C., Blay, C., Sarri, E., & Pujol, R. (2022). Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: A scoping review. *BMC Medical Education*, *22*, Article 104. https://doi.org/10.1186/s12909-022-03154-8

13. Lee, M., Larkin, C., & Hoekstra, S. (2023). Impacts of problem-based instruction on students' beliefs about physics and learning physics. *Education Sciences*, *13*(3), Article 321. https://doi.org/10.3390/educsci13030321

14. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, *16*(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

15. Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2006). New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey. *Physical Review Special Topics* -

Physics Education Research, *2*(1), Article 010101. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101

Submitted: 17 September 2026 Accepted: 18 October 2026 Published: 19 October 2026

