

Секция 4

Науки об образовании

4.1 Теория и методика обучения и воспитания

Научная статья
УДК 378.4
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 97U70

Исследование методологии педагогического проектирования дистанционных курсов

Э. А. Юсифова  ¹

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071,
Ульяновск, Россия*

Поступила в редакцию 17 февраля 2026 года

После переработки 19 февраля 2026 года

Опубликована 31 марта 2026 года

Аннотация. Актуальность работы продиктована внедрением цифровых технологий в образование, требующих переосмысления методов проектирования дистанционных курсов. Целью является разработка и экспериментальная проверка методологии педагогического проектирования дистанционных курсов физики, интегрирующей физические лаборатории, интерактивные симуляции и робототехнические микроконтроллерные комплексы. Мотивацией стало наблюдаемое снижение мотивации обучающихся при удалённом формате и необходимость сохранения лабораторной составляющей физико-математического образования. Методами стали компаративный анализ цифровых платформ, педагогическое конструирование курсов.

Ключевые слова: дистанционный курс, педагогическое проектирование, методология, физическая лаборатория, конструирование курса, микроконтроллерный комплекс

¹E-mail: alyana.ysifova@mail.ru

Введение

Современная парадигма дистанционного образования физики сталкивается с фундаментальной проблемой: как передать опыт непосредственного взаимодействия с природой через экран монитора. Классическая лабораторная работа предполагает тактильный контакт с приборами, ощущение веса груза, звук работающего мотора, запах перегретой смазки — всё то, что формирует эмпирическую базу физического знания. Потеря этой сенсорной составляющей ведёт к абстрактному восприятию законов природы, что снижает мотивацию и увеличивает долю механического запоминания. Методология, предлагаемая в данном исследовании, решает эту проблему через трёхуровневую иерархию цифровых активностей, где каждый последующий уровень компенсирует дефицит предыдущего, создавая синергетический эффект, превышающий возможности традиционной очной лаборатории. Современная дистанционная среда сталкивается с парадоксом: физика как наука о явлениях, доступных непосредственному чувственному восприятию, преподаётся через экран, лишённый запаха озона, веса груза и тепла лампы накаливания. Педагогическое проектирование, стремясь восполнить этот дефицит, выстраивает цепочку цифровых активностей, каждая из которых компенсирует утрату предыдущей и создаёт новое качество опыта. Методология, предлагаемая в статье, описывает три взаимно усиливающих этапа: физический эксперимент с удалённым доступом, интерактивная симуляция, выводящая явление за пределы безопасности, и инженерный проект, превращающий закон в работающее устройство. Последовательность этих этапов не является жёсткой: система анализирует действия студента и подстраивает траекторию так, чтобы каждое последующее звено усиливало предыдущее, формируя устойчивое понимание физики как единого поля эмпирии, модели и технологии. Актуальность исследования определяется массовым переходом университетов на дистанционные форматы, сохраняющими потребность в практическом освоении физических явлений и формировании инженерных навыков без очного доступа к кампусной инфраструктуре.

Цель исследования состоит в разработке методологии педагогического проектирования дистанционных курсов физики, обеспечивающей сохранение лабораторного опыта, повышение когнитивной вовлечённости и формирование базовых компетенций программирования и робототехники без очного присутствия студента в университетской аудитории. Для достижения этой цели необходимо было проанализировать существующие подходы к удалённым лабораториям и выявить их педагогические ограничения, связанные с потерей тактильного и аудиального контакта с реальным физическим экспериментом. Далее требовалось сконструировать целостную модель курса, синхронизирующую физические эксперименты, интерактивные симуляции и микроконтроллерные проекты в единую облачную среду, обеспечивающую последовательное усвоение знаний от наблюдения до конструирования. Задачи исследования заключаются в анализе существующих подходов к удалённым лабораториям и выявлении их педагогических ограничений, в конструировании целостной модели курса, синхронизирующей физические эксперименты, интерактивные симуляции и микроконтроллерные проекты, а также в экспериментальной верификации эффективности предложенной методологии в условиях массового онлайн-обучения.

Объектом исследования является процесс педагогического проектирования дистанционных курсов, охватывающий проектные решения, программно-аппаратные комплексы и организационные схемы взаимодействия преподавателя и обучающихся в цифровой среде. Предметом исследования является совокупность методологических принципов интеграции физических лабораторий, интерактивных симуляций и робототехнических комплексов в единую образовательную среду удалённого доступа, обеспечивающую формирование универсальных учебных действий и практических навыков.

Гипотеза научного исследования выражается в предположении, что одновременное использование трёх типов цифровых активностей в структуре дистанционного курса обеспечит статистически значимый прирост показателей активности и успеваемости по сравнению с группами, ограниченными только видеолекциями и тестами.

Методы исследования включают теоретико-методологический анализ научной литературы и нормативных документов в области цифрового образования, проектное моделирование учебных траекторий с применением программно-инженерных инструментов. Материалы исследования составляют открытые данные международных репозиториях удалённых физических лабораторий, проанализированные для выявления передового опыта и типичных ошибок при переносе экспериментальной базы в онлайн. Программно-аппаратные комплексы на базе микроконтроллеров семейства ESP32 и Arduino, дополненные сенсорами и исполнительными механизмами, использовались для создания мини-лабораторий, доставляемых студентам почтой и управляемых через браузер. Аутентичные симуляционные среды PhET, Wolfram Mathematica и LabVIEW адаптировались под российские образовательные стандарты и интегрировались в единую облачную платформу, обеспечивающую единую точку входа и систему оценивания.

Научная новизна исследования состоит в первом комплексном описании методологии, объединяющей физические эксперименты с удалённым доступом, интерактивные симуляции с обратной связью в режиме реального времени и проектную деятельность на базе микроконтроллеров, во введении понятия «полилаборатория» как единой облачной среды, интегрирующей разнородные устройства, и в разработке метрического инструментария для оценки эффективности каждого из трёх компонентов в структуре смешанного курса. Впервые вводится понятие «полилаборатория» как единой облачной среды, интегрирующей разнородные устройства и программные модули в единую учебную траекторию с общей системой оценивания и микросервисной архитектурой, обеспечивающей масштабируемость и быструю замену компонентов. Разработан метрический инструментарий для оценки эффективности каждого из трёх компонентов в структуре смешанного курса, позволяющий преподавателю оперативно корректировать баланс между виртуальным и реальным опытом в зависимости от профиля группы и специфики дисциплины.

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении теоретических представлений о взаимодействии виртуальных и реальных компонентов образовательного процесса, в уточнении понятия «лабораторный опыт» в цифровой среде образовательной организации и в обосновании необходимости трёхуровневой иерархии заданий: наблюдение, моделирование, конструирование. Практическая значимость исследования проявляется в готовых шаблонах курсов, размещённых в открытом доступе, в методических рекомендациях по выбору аппаратных платформ под задачи конкретной дисциплины и в алгоритме быстрой адаптации существующих очных лабораторных работ в формате удалённого доступа без потери дидактической ценности.

Обзор

В литературе выделен новый уровень проектирования учебных программ, называемый тактикой проектирования, который призван заполнить пробел между общими принципами, лежащими в основе разработки учебных программ, и детальным описанием конкретных видов деятельности и уроков. В статье [1] использование тактики проектирования иллюстрируется на примере последовательности из курса электромагнетизма для студентов средних курсов, а именно кольцевого цикла, разработанного в рамках проекта «Парадигмы в физике» в Университете штата Орегон. Ретроспективный анализ процесса разработки учебных программ выявил десять тактик проектирования, связанных с содержанием, осмыслением и практикой в классе. В статье [1]

дальнейший анализ внедрения таких тактик в средних школах Университета ДеПола и Калифорнийского государственного университета в Сан-Маркосе показывает, как тактика проектирования может также использоваться для адаптации к местным условиям и контексту. Тактика проектирования может служить продуктивным мостом между принципами проектирования более высокого уровня и разработкой учебных мероприятий.

В статье [2] представлены результаты исследования 353 вопросов с вариантами ответов, составленных преподавателями в формате «подумай-обсуди-поделись», позволило получить важные сведения о представлениях преподавателей о способах представления дисциплин и интеллектуальных задачах, которые могли бы заинтересовать учащихся в ключевых темах физики и астрономии. В статье [2] результаты показывают, что по многим темам наблюдается недостаток разнообразия в представлении дисциплин, сопоставимых интеллектуальных задачах и уровнях сложности, которые порождают вопросы, разрабатываемые преподавателями. Эти усилия послужили мотивацией и основой для разработки двух концептуальных моделей: модели характеристики учебной программы, которая позволяет систематически кодировать стратегии активного обучения с точки зрения способов представления дисциплин, интеллектуальных задач и сложности рассуждений, которые предлагает учащемуся та или иная деятельность, и модели разработки учебных программ, которая направляет разработку мероприятий, целенаправленно направленных на повышение уровня владения дисциплиной у учащихся. В статье [2] анализируются вопросы, разработанные преподавателями в рамках метода «подумай-обсуди-поделись», используя нашу концепцию характеристики учебной программы, а затем применяем нашу концепцию разработки учебных программ для создания вопросов, способствующих развитию беглости мышления, — более эффективного с педагогической точки зрения расширения хорошо зарекомендовавшей себя стратегии обучения, и заданий на представление информации студентами — совершенно нового типа учебной деятельности в астрономии, который перекладывает ответственность за создание соответствующих представлений на учащихся. В статье [2] подробно разбираем и приводим примеры вопросов, способствующих развитию беглости мышления, и заданий на представление информации студентами, описывая использование в них педагогических представлений дисциплины в сочетании с новыми форматами вопросов и заданий.

Технологически насыщенные, ориентированные на ученика аудитории, такие как SCALE-UP и TEAL, призваны активно вовлекать студентов в процесс обучения. В статье [3] исследуется, что происходит, когда дизайн аудитории (традиционные или ориентированные на учителя, или ориентированные на ученика помещения) соответствует или не соответствует эпистемологическим убеждениям учителя об обучении и преподавании (традиционные или ориентированные на учителя, или ориентированные на ученика педагогические подходы). В статье [3] сравниваются два типа педагогических подходов и два типа обстановки в аудитории с помощью квазиэкспериментального факторного эксперимента 2×2 . В статье [3] собраны данные от 214 студентов, зарегистрированных в восьми группах вводного курса механики на основе математического анализа, проводимого в канадском государственном двухгодичном колледже. Всем студентам был предложен тест Force Concept Inventory в начале и в конце 15-недельного курса. Затем в статье [3] сосредоточились на шести преподавателях, которым было поручено преподавать в ориентированных на ученика аудиториях. В статье [3] использованы качественные наблюдения и опросник «Подходы к преподаванию», заполняемый самими преподавателями, чтобы определить эпистемологические убеждения учителей (ориентированные на учителя или на ученика) и то, как эти убеждения влияли на использование ими учебного пространства и концептуальное обучение их

учеников. В статье [3] представлены четыре основных вывода. Во-первых, ориентированные на ученика учебные пространства наиболее эффективны при использовании в сочетании с педагогикой, ориентированной на ученика. Во-вторых, ориентированные на ученика классы неэффективны при использовании в сочетании с педагогикой, ориентированной на учителя, и могут оказывать негативное воздействие на учеников с низким уровнем предварительных знаний. В-третьих, в статье [3] обнаружена сильная корреляция между самооценкой шести преподавателей относительно ориентированности на ученика и средним нормализованным приростом в их классах ($r = 0.91$, $p = 0.012$). Наконец, в статье [3] обнаружено, что некоторые преподаватели более охотно внедряют методы обучения, ориентированные на ученика, после использования таких учебных пространств. Эти данные свидетельствуют о том, что ориентированные на студента классы эффективны только тогда, когда эпистемологическая концепция преподавания и обучения преподавателей соответствует педагогике, ориентированной на студента. Однако использование ориентированных на студента классов может со временем изменить эпистемологические концепции преподавателей.

В статье [4] изучается влияние нового применения генеративного искусственного интеллекта в преподавании физики: вовлечение студентов в разработку, уточнение и проверку моделирования физических явлений, созданных с помощью искусственного интеллекта. На втором семестре курса физики для студентов биологических специальностей в статье [4] провели сравнительное исследование трёх подходов к обучению в лаборатории, посвящённой электрическим потенциалам: студенты с использованием физического оборудования, студенты с использованием готового симулятора и студенты с использованием искусственного интеллекта для создания симуляции. Анализ показал, что студенты как в условиях использования симулятора, созданного с помощью искусственного интеллекта, так и в условиях использования готового симулятора показали значительно более высокие результаты по концептуальным оценкам, чем студенты в условиях использования физического оборудования. Студенты в этих группах также сообщили о более позитивном восприятии процесса обучения. Наконец, это предварительное исследование подчеркивает возможности развития навыков моделирования у студентов посредством процессов проектирования, уточнения и проверки моделирования.

В статье [5] представлен анализ поддержки, оказанной будущим учителям физики, обучающимся на курсе методики преподавания физики ($N = 28$) в исследовательском университете, во время работы над разработкой 20 уроков по механике и волнам, которые они впоследствии преподавали в рамках курса. Будущие учителя представили 4 доработанных плана для каждого урока и получили руководство и поддержку на двух последовательных консультационных встречах по каждому плану (по 30 минут каждая), а также письменные отзывы через веб-сайт курса. Используя методы обоснованной теории, анализ исследует взаимодействие между преподавателями и будущими учителями в процессе разработки планов уроков, зафиксированное на видеозаписях консультационных встреч и в письменной переписке. В статье [5] анализируются инициированные будущими учителями физики и инициированные преподавателями проблемы, руководство и поддержку, чтобы выявить и раскрыть неявные профессиональные знания, практики и убеждения. Сформировавшаяся категоризация формулирует знания, практики и убеждения, которые лежат в основе и направляют разработку уроков физики, предлагающих углубленное изучение концепций, процедур, практик и эпистемологических аспектов физики в увлекательной и содержательной форме для учащихся, а также способствующих активному обучению. Обсуждается, в какой степени эти категории укоренены в данной дисциплине.

В статье [6] представлен инструмент, который назван «Оценка нарушения педаго-

гических ожиданий», позволяющий преподавателям оценить один из аспектов успеха внедрения педагогической реформы путем анализа ожиданий и опыта студентов в классе. В статье [6] внедрена «Оценка нарушения педагогических ожиданий» в четырёх классах физики в трёх учебных заведениях, использующих педагогику «Студенческо-ориентированная активная учебная среда для программ бакалавриата» (SCALE-UP), чтобы понять первоначальные ожидания студентов, как эти ожидания меняются в начале занятий и что студенты сообщают о своем опыте в конце семестра. В статье [6] результаты показывают соответствующие изменения в ожиданиях студентов во время ориентации, но некоторые расхождения между ожиданиями студентов и их опытом сохранялись. В статье [6] студенты оценили коммуникативные аспекты «Студенческо-ориентированной активной учебной среды для программ бакалавриата» как желательные и указали на в целом положительное отношение к педагогике, что свидетельствует о том, что нарушения их первоначальных ожиданий в основном носили позитивный характер. Изучая закономерности изменений в ожиданиях студентов и расхождения между этими ожиданиями и их опытом, в статье [6] получаем информацию, которая может помочь улучшить как ориентацию студентов, так и реализацию курса.

Исследования в области обучения и практики учителей за последние три десятилетия показывают, что учителям конкретного предмета необходимы знания, отличающиеся от знаний других экспертов в данной области. Однако эта специализированная версия предметных знаний, необходимая учителям для планирования обучения, реагирования на идеи учащихся и оценки их понимания в режиме реального времени, является теоретически трудноуловимой концепцией. Крайне важно для областей подготовки учителей довузовской подготовки, профессионального образования учителей и профессионального развития преподавателей высших учебных заведений (а) уточнить концепцию, лежащую в основе этих специализированных предметных знаний, (б) операционализировать её в какой-либо области, (в) измерить её как в статических контекстах, так и в процессе её применения в классе, и (г) соотнести её наличие с «богатством» обучения в классе и её влиянием на усвоение знаний учащимися. В данной статье описывается часть многолетней межинституциональной работы по исследованию пунктов (а)–(г) в области энергетики в первом курсе физики средней школы. В частности, в статье [7] описываем разработанную нами структуру для уточнения предметных знаний для преподавания в контексте изучения энергетики в средней школе. Далее в статье [7] описывается процесс разработки, тестирования и доработки интерактивной оценочной формы, проводимой на компьютере, и обсуждаем содержательные и психометрические характеристики нескольких заданий на основе полевых испытаний окончательной версии оценки. В статье [7] обсуждаются задания с двойной целью: проиллюстрировать применение нашей общей концепции и представить результаты оценки, полученные на выборке из 362 практикующих учителей физики в средних школах.

В статье [8] представлено научное описание педагогических практик программы подготовки учителей физики и физических наук в Университете Рутгерса. Программа фокусируется на трех аспектах подготовки учителей: знание физики, знание педагогики и знание того, как преподавать физику. Программа существует уже 7 лет и обеспечивает стабильный темп выпуска в среднем шести учителей в год, которые остаются в профессии. В статье [8] представляется информация о возможной структуре, организации и отдельных элементах программы подготовки учителей физики. Философия программы и учебные курсы могут быть реализованы как на кафедре физики, так и в педагогическом факультете. В статье [8] подробно описываются учебные курсы программы и опыт преподавания, а также предлагаются способы адаптации к другим местным условиям.

Анализ предельных случаев важен для практикующих физиков. Однако существует мало конкретных рекомендаций для преподавателей физики, и в исследовательском

сообществе отсутствует консенсус относительно того, как помочь студентам изучать анализ предельных случаев и извлекать из него пользу. В статье [9] рассматривается существующая литература, чтобы выявить общие черты и различия в том, как преподаватели поощряют и оценивают анализ предельных случаев у студентов, и чтобы показать, как он используется практикующими физиками. Затем в статье [9] изучаются письменные работы последовательных групп студентов-физиков, все из которых прошли курс у одного и того же преподавателя, который делает акцент на анализе предельных случаев в своем преподавании. В статье [9] строится анализ в основном на основе теоретической концепции «адаптивной экспертизы», находя в литературе подтверждение точки зрения, что именно неалгоритмические и даже игровые аспекты анализа предельных случаев играют важную роль в его соответствии адаптивной экспертизе, а не рутинной экспертизе. В статье [9] анализ комментариев студентов о том, как они решают, какие предельные случаи следует рассматривать при оценке обоснованности уравнения, даёт новые представления о том, как можно лучше поддерживать анализ предельных случаев в классе, чтобы больше студентов могли получить доступ к этому важному инструменту физики.

В естественнонаучном образовании крайне важно, чтобы учителя учитывали академические и эмоциональные потребности учащихся. Прогнозирование учителями состояния обучения учащихся обычно рассматривается как показатель компетентности в понимании учащихся. В статье [10] изучены результаты и процесс прогнозирования, отражающие педагогические знания учителей в предметной области. В статье [10] исследование было направлено на выявление различий в поведении будущих учителей в отношении движений глаз с использованием технологии отслеживания движений глаз между группой, использующей прогнозирование, и группой, не использующей прогнозирование. Группа, использующая прогнозирование, предсказывала наиболее вероятный вариант ответа учащихся на данный вопрос, в то время как группа, не использующая прогнозирование, решала задачи самостоятельно. Результаты показали, что будущие учителя в группе, использующей прогнозирование, были более внимательны к идеям учащихся и анализировали информацию в различных областях интересов, когда им требовалось определить проблему с точки зрения учащихся. В группе, использующей прогнозирование, будущие учителя с положительным прогнозом больше фокусировались на правильном варианте ответа, в то время как учителя с отрицательным прогнозом, как правило, тщательно изучали каждый неправильный вариант. Кроме того, участники группы, не умеющие предсказывать, успешно и неуспешно решали задачи по-разному: успешные участники уделяли больше внимания анализу информации из вариантов ответов, включая как правильные, так и неправильные.

Преподаватели университетов имеют долгую историю преподавания физики не только в формальных аудиторных условиях, но и в неформальной просветительской среде. Педагогические практики преподавателей университетов в неформальном преподавании физики изучены недостаточно, и они могут дать представление о формальных практиках и подготовке. В статье [11] исследуется взаимодействие между преподавателями университетов и детьми в рамках внешкольной программы по физике, проводимой студентами-физиками из Университета Колорадо в Боулдере. В этой программе студенты-физики, аспиранты и постдокторанты еженедельно в течение семестра работают с детьми от детского сада до 8 класса, проводя практические занятия по физике. В статье [11] используется теоретико-деятельную модель в качестве инструмента для изучения ситуационных аспектов поведения отдельных лиц в сложной структуре внешкольной программы. Используя эту модель, в статье [11] анализируются видеозаписи взаимодействия преподавателей университетов с детьми и выявляем три основных педагогических подхода, которые преподаватели университетов демонстрируют во время

занятий: обучение, консультирование и участие. Эти модели характеризуются определенным языком, физическим местоположением и целями, которые устанавливают различия в ролях преподавателя и ребенка в университете, а также в разделении труда. На основе этого анализа в статье [11] обсуждаются последствия для продвижения педагогических стратегий посредством целенаправленной разработки учебных программ и подготовки преподавателей университетов.

В статье [12] оценивается влияние отработки педагогических навыков в симуляторе смешанной реальности на методы обучения аспирантов-преподавателей, а также на результаты обучения студентов бакалавриата. Тренировка на симуляторе призвана предоставить аспирантам-преподавателям возможность целенаправленно практиковать основные педагогические навыки, поддерживающие активное обучение, в частности, в контексте объединенных практических и лабораторных занятий вводного курса физики на основе алгебры. В течение трёх семестров аспиранты-преподаватели участвовали в различном количестве репетиций на симуляторе: без тренировки, с одной и четырьмя сессиями. В статье [12] проведено 109 наблюдений за занятиями 23 аспирантов-преподавателей, используя модифицированную версию Протокола лабораторных наблюдений для студентов бакалавриата по STEM-дисциплинам (LOPUS); в статье [12] также задокументировали частоту использования навыков, связанных с задаванием вопросов (например, «холодные звонки»), аспирантами-преподавателями. В статье [12] результаты обучения студентов бакалавриата измерялись с помощью предварительного и итогового тестирования по концептуальному опроснику силы и концептуальному обзору электричества и магнетизма. Для классификации и характеристики методов обучения, используемых аспирантами-преподавателями, в статье [12] проведён иерархический кластерный анализ и выявлено три стиля обучения: стиль работы в малых группах, стиль работы со всем классом и стиль «официанта». Результаты показывают, что четырехсессионное обучение на симуляторе в течение семестра помогло аспирантам-преподавателям перейти от стиля «официанта» к стилю работы со всем классом и внедрить методы задавания вопросов и «холодных звонков». Хотя в семестре без обучения на симуляторе новые аспиранты-преподаватели демонстрировали более интерактивное поведение, чем опытные, в статье [12] обнаружили, что четырёхсессионное обучение на симуляторе помогло как новым, так и опытным аспирантам-преподавателям использовать более интерактивные стили обучения и чаще применять навыки, связанные с задаванием вопросов. Хотя результаты демонстрируют эффективность обучения на симуляторе, в статье [12] анализ также указывает на области для улучшения. В ходе четырёхсессионного обучения аспиранты-преподаватели, как правило, смещали стиль работы с малыми группами в сторону работы со всем классом, а еженедельное применение навыков, связанных с задаванием вопросов, уменьшалось в течение семестра, несмотря на увеличение общего применения. Кроме того, результаты обучения студентов в разных семестрах (с разным количеством репетиций на симуляторе) не показали статистически значимой разницы. Однако стили преподавания аспирантов-преподавателей коррелировали с результатами студентов по итоговому тесту на знание концепции силы с небольшим размером эффекта при контроле результатов предварительного теста на знание концепции силы и преподавателей лекций; корреляция между стилем преподавания аспирантов-преподавателей и результатами студентов по итоговому тесту на знание концепции электричества и магнетизма не была обнаружена. В заключение в статье [12] обсуждаются факторы, которые могли привести к успеху обучения на симуляторе, а также стратегии дальнейшего повышения эффективности обучения на симуляторе.

Недавние исследования показывают, что социально-конструктивистские педагогические методы, такие как активное обучение, интерактивное взаимодействие и обучение на основе исследований, хотя и более эффективны с педагогической точки зрения, могут

способствовать неравенству в классе. В статье [13] проведя количественное эмпирическое исследование гендерно-неравноправной групповой динамики в двух лабораторных занятиях по физике, основанных на исследовательском подходе, в статье [13] расширяются результаты предыдущих работ. Используя опрос о предпочтениях в групповой работе и видеозаписи лабораторных занятий, в статье [13] обнаруживаем схожие закономерности гендерного распределения ролей, отмеченные в предыдущих исследованиях. Эти результаты не сводятся к различиям в предпочтениях студентов. В статье [13] обнаружено, что вмешательство, включающее использование форм соглашения между партнерами с целью уменьшения неравенства, оказало положительное влияние на вовлечённость студентов в работу с оборудованием во время лабораторного курса в первом семестре.

Целью исследования, представленного в статье [14], было систематическое обобщение видов деятельности и приложений, которые преподаватели могут использовать для эффективного проведения синхронных виртуальных занятий. Используя определенные ключевые слова в различных базах данных, в статье [14] изучена литература, чтобы выявить виды деятельности и приложения, связанные с эффективным проведением синхронных виртуальных занятий. В статью [14] было включено 70 работ, отобранных на основе заранее определенных критериев. В статье [14] в общей сложности было получено 53 вида деятельности и приложения для эффективного проведения синхронных виртуальных занятий, которые были классифицированы в соответствии с девятью этапами обучения Гагне. Эти виды деятельности и приложения были отсортированы по 11 тематическим измерениям: технический контроль, контроль среды, ясность изложения, вводные мероприятия, технологические инструменты, учебные материалы, взаимодействие, обратная связь, подведение итогов, управление временем и самооценка. Синхронные виртуальные занятия, проводимые в соответствии с этой классификацией, послужат руководством для преподавателей по эффективному проведению синхронных виртуальных занятий.

В статье [15] описаны методологические аспекты проектирования контента и организации цифрового пространства в электронных курсах. В статье [16] описаны методологические аспекты проектирования учебных задач. В статье [17] педагогический дизайн рассматривается как инструмент мотивации.

В условиях глобального роста онлайн-обучения обеспечение качества учебных материалов приобретает первостепенное значение. Хотя многие руководящие документы по качеству способствуют установлению стандартов в онлайн-обучении, они часто фокусируются на инфраструктуре и поддержке, игнорируя педагогический и визуальный дизайн учебных материалов. В статье [18] исследование восполняет этот пробел, анализируя двенадцать руководящих документов по качеству из различных образовательных контекстов, включая Южную Африку, чтобы выделить ключевые педагогические и визуальные принципы представления для проектирования и разработки учебных материалов в онлайн-среде. Опираясь на «Первые принципы обучения» Меррилла и Маргаряна и «Мультимедийные принципы» Майера, исследование интегрирует эти основы в этапы проектирования и разработки модели ADDIE. Анализ выявил сотрудничество и автономию обучающегося как наиболее подчеркиваемые педагогические принципы, а также мультимодальность и персонализацию как ведущие принципы визуального дизайна. Эти выводы легли в основу создания педагогической и визуальной презентационной структуры — практического инструмента, помогающего разработчикам учебных материалов улучшать и обеспечивать качество учебных материалов в онлайн-среде в различных высших учебных заведениях. Данное исследование способствует формированию теоретически обоснованного понимания качества проектирования онлайн-обучения, что особенно актуально для недостаточно представленных групп населения.

Методы и этапы проектирования курса с лабораториями

Педагогический дизайн дистанционных курсов представляет собой системный процесс проектирования, разработки и оценки учебных материалов, направленный на создание эффективной и вовлекающей образовательной среды.

Проектирование начинается с выбора явления, обладающего наглядностью и воспроизводимостью в бытовых условиях. Методика проектирования дистанционного курса с физическими лабораториями воспроизводит реальный эксперимент в условиях удалённого доступа. Студент получает по почте компактный набор датчиков и исполнительных механизмов, собранных на базе микроконтроллера ESP32 с предустановленной прошивкой. Устройство подключается к домашнему Wi-Fi и транслирует показания в облачную платформу, где они визуализируются в режиме реального времени. Методологически важно, что комплект не является игрушкой: масштабы, погрешности и временные характеристики остаются теми же, что и в университетской лаборатории. Преподаватель заранее калибрует датчики, записывает эталонные значения в память микроконтроллера и вкладывает в посылку методичку, где описывает не только последовательность действий, но и физический смысл каждого шага. Студент, подключая провода и закручивая винты, проходит через тот же эмпирический путь, что и его очный коллега, но делает это в своей кухне. Система обратной связи реализуется через веб-интерфейс: если показания датчика выходят за допустимый диапазон, платформа подсвечивает соответствующее поле красным и выдаёт подсказку, аналогичную той, которую преподаватель шепнул бы на ухо в аудитории. Критерием служит возможность свести полный набор измерений к компактному набору датчиков, помещающемуся в конверт формата А4. Для каждого студента рассчитывается индивидуальный погрешностной бюджет: если целью является изучение линейного закона Ома, то достаточно двух резисторов и мультиметра с классом точности 1.0; если же ставится задача выявить вклад контактного потенциала, потребуются компенсационная схема и датчик температуры, позволяющий учесть тепловую электродвижущую силу. На этапе производства преподаватель собирает партию устройств, калибрует каждый экземпляр и записывает эталонные значения в энергонезависимую память микроконтроллера, чтобы студент не мог случайно подменить шкалу и получить ложное согласие теории с опытом. Методически важно, что комплект поставляется вместе с тремя видами инструкций: краткой, где описана только последовательность подключений, развёрнутой, объясняющей физический смысл каждого шага, и рефлексивной, содержащей вопросы, на которые студент должен ответить, прежде чем перейти к следующему измерению. Когда студент подключает устройство к домашнему Wi-Fi, платформа начинает собирать потоковые данные и строит график в режиме реального времени, но не выдаёт готовую зависимость, а предлагает студенту самому выбрать масштаб и вид осей, чтобы он осознанно пришёл к линейному виду графика. Если точки отклоняются от прямой более чем на допустимую погрешность, система не сообщает, где ошибка, а предлагает сравнить свой набор данных с анонимизированными результатами других участников, формируя коллективное чувство прецизионной ответственности. Завершение этапа происходит тогда, когда студент загружает отчёт, в котором не просто перечислены числа, а раскрыта причинно-следственная связь между конкретным шумом в цепи и физическим явлением, вызвавшим этот шум. Таким образом, удалённая лаборатория приобретает новое качество в виде возможности многократно возвращаться к одному и тому же фрагменту данных, пока он не станет частью личного опыта.

Проектирование курса с интерактивными симуляциями

Следующий этап призван решить проблему безопасности и масштаба: физический эксперимент ограничен диапазоном температур, напряжений и механических нагрузок, при которых сохраняется целостность оборудования. Методика интеграции интерактивных симуляций призвана компенсировать невозможность варьировать параметры вне безопасных пределов. Физический эксперимент ограничен диапазоном напряжений, допустимых нагрузок и температурных режимов, поскольку реальное оборудование может быть повреждено. Интерактивная симуляция, построенная на базе движка Wolfram Mathematica, позволяет студенту изменить любой параметр до фантастических значений и наблюдать, что произойдёт, если масса груза станет отрицательной, а коэффициент трения превысит единицу. Методологически важно, что симуляция не является самостоятельной игрой: она запускается только после того, как студент успешно завершил реальный эксперимент и ввёл эталонные значения. Платформа сравнивает измеренные данные с расчётными и выдаёт визуализацию погрешности, тем самым формируя у студента чувство корреляции между абстрактной формулой и физической реальностью. Следующий шаг — эксперимент в симуляции за пределами допустимого: студент увеличивает температуру до плазменного диапазона и наблюдает, как меняется вид уравнения состояния, затем возвращается в физическую лабораторию и обсуждает, почему реальный прибор не выдержал бы такого режима. Эта методика превращает симуляцию из развлечения в инструмент познания границ применимости физических моделей, что является ключевым метапредметным навыком. Симуляция, построенная на базе системы компьютерной алгебры, позволяет изменить любой параметр до фантастических значений и наблюдать, как меняется вид уравнения состояния, когда температура превышает плазменный порог или когда магнитное поле становится настолько сильным, что квантовые уровни сливаются в континуум. Методически важно, что доступ к симуляции открывается только после того, как студент продемонстрировал достаточную точность в реальном эксперименте: платформа сравнивает его погрешность с пороговым значением и выдаёт ключ шифрования, расшифровывающий файл модели. Это искусственное ограничение создаёт эффект «двери в невидимый мир», подчеркивая ценность проделанной ручной работы. Внутри симуляции студент получает не готовый интерактивный виджет, а исходный код на языке Wolfram Language, где каждая строчка снабжена комментарием, объясняющим физический смысл константы или граничного условия. Первое задание состоит в том, чтобы воспроизвести свои реальные измерения и убедиться, что модель даёт ту же кривую в пределах малых полей; второе — увеличить параметр в десять раз и записать, при каком значении начинается отклонение; третье — выяснить, какой новый член уравнения придётся добавить, чтобы согласие восстановилось. Завершение этапа фиксируется в форме мини-статьи, которую студент размещает в открытом репозитории: он должен не только привести графики, но и аргументировать, почему именно такая модификация уравнения является физически обоснованной. Таким образом, симуляция становится не развлечением, а инструментом познания границ применимости физических теорий, что формирует метапредметное чувство масштаба и ответственности за выбор модели.

Методы и этапы проектирования курса с робототехникой

Завершающий этап переводит знание в технологию. Методика интеграции робототехники и программирования воспроизводит физический принцип в автоматизированной системе, заставляя студента стать инженером. После того как студент изучил явление в реальном эксперименте и исследовал его поведение в симуляции, он получает задание спроектировать устройство, которое использует это явление для решения практиче-

ской задачи. Например, изучив закон Кулона, студент программирует микроконтроллер так, чтобы тот автоматически регулировал заряд конденсатора в зависимости от расстояния до объекта, создавая систему беспроводной зарядки для смартфона. Студент получает задание спроектировать устройство, которое использует изученное явление для решения практической задачи: после закона Кулона — систему беспроводной зарядки, после закона Архимеда — автоматическую дозировку жидкости, после эффекта Холла — бесконтактный тахометр. Методически важно, что проект не сводится к сборке готового конструктора: преподаватель выдаёт только спецификацию требований (например, КПД зарядки не ниже 60 %, масса не более 150 г, стоимость комплектующих до 500 рублей) и набор непрограммированных микроконтроллеров. Методологически важно, что проект не сводится к сборке конструктора: студент сам выбирает схему, рассчитывает номиналы элементов, пишет код на языке C++ и отлаживает его через удалённый терминал. Платформа предоставляет доступ к виртуальному осциллографу, подключённому к выводам микроконтроллера, что позволяет наблюдать форму сигнала в режиме реального времени. Студент сам выбирает топологию схемы, рассчитывает номиналы элементов, пишет код на C++ и отлаживает его через удалённый терминал, подключённый к виртуальному осциллографу. Платформа предоставляет доступ к облачному симулятору печатной платы, где можно проверить, не пересекаются ли дорожки, и сразу заказать изготовление прототипа по цене школьного обеда. Когда плата приходит по почте, студент впаяет элементы и запускает тест в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным: зарядку проверяет на собственном смартфоне, дозатор — на кружке кофе, тахометр — на вентиляторе компьютера. Результаты измерений автоматически сравниваются с расчётными, а отклонения становятся поводом для следующей итерации проектирования. Проводится тестирование устройства в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным: студент помещает смартфон на зарядную платформу и измеряет коэффициент полезного действия, затем сравнивает его с теоретическим пределом, рассчитанным из законов электродинамики. Завершение этапа происходит тогда, когда устройство не только выполняет спецификацию, но и снабжено пользовательской инструкцией, написанной так, чтобы любой другой студент мог воспроизвести результат без доступа к исходной методичке. Симуляция даёт безопасный способ ответить на этот вопрос и обнаружить границы применимости модели. Робототехнический проект переводит полученное знание в технологию, заставляя студента стать активным творцом, а не пассивным наблюдателем. Методологически важно, что переход между уровнями не является механическим: платформа анализирует поведение студента и предлагает следующий шаг только тогда, когда предыдущий усвоен достаточно глубоко. Например, если студент в симуляции не смог объяснить происхождение отклонения от теоретической кривой, система возвращает его к реальному эксперименту и предлагает повторить измерения с повышенной точностью. Это создаёт адаптивную траекторию, где каждый студент проходит индивидуальный путь, но все приходят к общему результату в виде понимания физической реальности как единого поля законов, моделей и технологий. Таким образом, инженерный проект замыкает цикл от физического закона к технологии, формируя системное мышление и чувство ответственности за конечный продукт. Эта методика формирует системное мышление, поскольку требует от студента перевести физическую формулу в алгоритм, а алгоритм — в работающее устройство, тем самым закрывая полный цикл от знания к технологии.

Заключение

Предложенная методология не компенсирует потерю очной лаборатории, а создаёт новую среду, где ограничения старого формата становятся преимуществами. Удалённый доступ снимает временные и пространственные рамки, симуляция расширяет диа-

пазон исследуемых явлений, робототехника формирует инженерные навыки, недоступные в классической академической лаборатории. Важно, что каждый этап усиливает предыдущий: реальный эксперимент вызывает вопрос, симуляция даёт безопасный способ на него ответить, проект превращает ответ в технологию. Результатом становится не просто знание законов физики, а способность применять их для решения новых задач, что и является целью современного физико-технического образования в условиях цифровой трансформации.

Список использованных источников


1. Kustusch Mary Bridget, Manogue Corinne, Price Edward. Design tactics in curriculum development: examples from the paradigms in physics ring cycle // Physical review physics education research. — 2020. — dec. — Vol. 16, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020145>.
2. French Rica Sirbaugh, Prather Edward E. From a systematic investigation of faculty-produced think-pair-share questions to frameworks for characterizing and developing fluency-inspiring activities // Physical review physics education research. — 2020. — dec. — Vol. 16, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020138>.
3. Lasry Nathaniel, Charles Elizabeth, Whittaker Chris. When teacher-centered instructors are assigned to student-centered classrooms // Physical review special topics - physics education research. — 2014. — may. — Vol. 10, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.010116>.
4. Leveraging generative artificial intelligence for simulation-based physics experiments: a new approach to virtual learning about the real world / Yossi Ben-Zion [et al.] // Physical review physics education research. — 2026. — jan. — Vol. 22, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/s8dy-kqy5>.
5. Kapon Shulamit, Merzel Avraham. Content-specific pedagogical knowledge, practices, and beliefs underlying the design of physics lessons: a case study // Physical review physics education research. — 2019. — may. — Vol. 15, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010125>.
6. Gaffney Jon D. H., Gaffney Amy L. Housley, Beichner Robert J. Do they see it coming? Using expectancy violation to gauge the success of pedagogical reforms // Physical review special topics - physics education research. — 2010. — feb. — Vol. 6, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.010102>.
7. Design of an assessment to probe teachers' content knowledge for teaching: An example from energy in high school physics / Eugenia Etkina [et al.] // Physical review physics education research. — 2018. — may. — Vol. 14, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010127>.
8. Etkina Eugenia. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers // Physical review special topics - physics education research. — 2010. — aug. — Vol. 6, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>.
9. Limiting case analysis in an electricity and magnetism course / Gary White [et al.] // Physical review physics education research. — 2023. — apr. — Vol. 19, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010125>.


10. Detecting preservice teachers' visual attention under prediction and nonprediction conditions with eye-tracking technology / Qiuye Li [et al.] // Physical review physics education research. — 2022. — apr. — Vol. 18, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010134>.
11. Characterizing pedagogical practices of university physics students in informal learning environments / Kathleen A. Hinko [et al.] // Physical review physics education research. — 2016. — feb. — Vol. 12, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010111>.
12. Evaluating the impact of a classroom simulator training on graduate teaching assistants' instructional practices and undergraduate student learning / Tong Wan [et al.] // Physical review physics education research. — 2021. — jun. — Vol. 17, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010146>.
13. Group dynamics in inquiry-based labs: gender inequities and the efficacy of partner agreements / Matthew Dew [et al.] // Physical review physics education research. — 2024. — apr. — Vol. 20, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010121>.
14. Cilligol Karabey Sinem, Karaman Selcuk. Identifying pedagogical design and implementation of synchronous virtual classrooms // The international review of research in open and distributed learning. — 2024. — may. — Vol. 25, no. 2. — P. 132–154. — URL: <http://dx.doi.org/10.19173/irrodl.v25i2.7584>.
15. Pedagogical design in the design of e-courses / J. N. Kuznetsova [et al.] // Modern high technologies. — 2021. — Vol. 1, no. 12. — P. 162–167. — URL: <http://dx.doi.org/10.17513/snt.38970>.
16. Designing e-learning courses for classroom and distance learning in physics: the role of learning tasks / Daniel Laumann [et al.] // Physical review physics education research. — 2024. — feb. — Vol. 20, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010107>.
17. Pedagogical design as a tool to increase students' learning motivation during distance learning / Altynai Beisembayeva [et al.] // Open education studies. — 2023. — jan. — Vol. 5, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1515/edu-2022-0211>.
18. du Preez Isabella, Jacobs Lynette. Pedagogical and visual design principles for online learning material: insights from quality guiding documents in diverse educational contexts // Interactive learning environments. — 2025. — jul. — P. 1–17. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2025.2523390>.

Сведения об авторах:

Эльяна Акифовна Юсифова — студент факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: alyana.yusifova@mail.ru

ORCID iD  0009-0005-6536-2082

Web of Science ResearcherID  JRW-6185-2023

Original article
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 97U70

Investigation of the methodology of pedagogical design of distance courses

E. A. Yusifova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 17, 2026
Resubmitted February 19, 2026
Published March 31, 2026

Abstract. The relevance of this work stems from the introduction of digital technologies into education, which require a rethinking of distance learning course design methods. The goal is to develop and experimentally test a methodology for the pedagogical design of distance learning physics courses that integrates physics laboratories, interactive simulations, and robotic microcontroller systems. The motivation for this study was the observed decline in student motivation in the remote format and the need to maintain the laboratory component of physics and mathematics education. The methods used included a comparative analysis of digital platforms and pedagogical course design.

Keywords: distance learning course, pedagogical design, methodology, physics laboratory, course design, microcontroller complex

References

1. Kustusch Mary Bridget, Manogue Corinne, Price Edward. Design tactics in curriculum development: examples from the paradigms in physics ring cycle // Physical review physics education research. — 2020. — dec. — Vol. 16, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020145>.
2. French Rica Sirbaugh, Prather Edward E. From a systematic investigation of faculty-produced think-pair-share questions to frameworks for characterizing and developing fluency-inspiring activities // Physical review physics education research. — 2020. — dec. — Vol. 16, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020138>.
3. Lasry Nathaniel, Charles Elizabeth, Whittaker Chris. When teacher-centered instructors are assigned to student-centered classrooms // Physical review special topics - physics education research. — 2014. — may. — Vol. 10, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.010116>.
4. Leveraging generative artificial intelligence for simulation-based physics experiments: a new approach to virtual learning about the real world / Yossi Ben-Zion [et al.] // Physical review physics education research. — 2026. — jan. — Vol. 22, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/s8dy-kqy5>.

5. Kapon Shulamit, Merzel Avraham. Content-specific pedagogical knowledge, practices, and beliefs underlying the design of physics lessons: a case study // Physical review physics education research. — 2019. — may. — Vol. 15, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010125>.
6. Gaffney Jon D. H., Gaffney Amy L. Housley, Beichner Robert J. Do they see it coming? Using expectancy violation to gauge the success of pedagogical reforms // Physical review special topics - physics education research. — 2010. — feb. — Vol. 6, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.010102>.
7. Design of an assessment to probe teachers' content knowledge for teaching: An example from energy in high school physics / Eugenia Etkina [et al.] // Physical review physics education research. — 2018. — may. — Vol. 14, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010127>.
8. Etkina Eugenia. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers // Physical review special topics - physics education research. — 2010. — aug. — Vol. 6, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>.
9. Limiting case analysis in an electricity and magnetism course / Gary White [et al.] // Physical review physics education research. — 2023. — apr. — Vol. 19, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010125>.
10. Detecting preservice teachers' visual attention under prediction and nonprediction conditions with eye-tracking technology / Qiuye Li [et al.] // Physical review physics education research. — 2022. — apr. — Vol. 18, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010134>.
11. Characterizing pedagogical practices of university physics students in informal learning environments / Kathleen A. Hinko [et al.] // Physical review physics education research. — 2016. — feb. — Vol. 12, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010111>.
12. Evaluating the impact of a classroom simulator training on graduate teaching assistants' instructional practices and undergraduate student learning / Tong Wan [et al.] // Physical review physics education research. — 2021. — jun. — Vol. 17, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010146>.
13. Group dynamics in inquiry-based labs: gender inequities and the efficacy of partner agreements / Matthew Dew [et al.] // Physical review physics education research. — 2024. — apr. — Vol. 20, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010121>.
14. Cilligol Karabey Sinem, Karaman Selcuk. Identifying pedagogical design and implementation of synchronous virtual classrooms // The international review of research in open and distributed learning. — 2024. — may. — Vol. 25, no. 2. — P. 132–154. — URL: <http://dx.doi.org/10.19173/irrodl.v25i2.7584>.
15. Pedagogical design in the design of e-courses / J. N. Kuznetsova [et al.] // Modern high technologies. — 2021. — Vol. 1, no. 12. — P. 162–167. — URL: <http://dx.doi.org/10.17513/snt.38970>.

16. Designing e-learning courses for classroom and distance learning in physics: the role of learning tasks / Daniel Laumann [et al.] // Physical review physics education research. — 2024. — feb. — Vol. 20, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010107>.
17. Pedagogical design as a tool to increase students' learning motivation during distance learning / Altynai Beisembayeva [et al.] // Open education studies. — 2023. — jan. — Vol. 5, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1515/edu-2022-0211>.
18. du Preez Isabella, Jacobs Lynette. Pedagogical and visual design principles for on-line learning material: insights from quality guiding documents in diverse educational contexts // Interactive learning environments. — 2025. — jul. — P. 1–17. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2025.2523390>.

Information about authors:

Elyana Akifovna Yusifova — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: alyana.yusifova@mail.ru

ORCID iD  0009-0005-6536-2082

Web of Science ResearcherID  JRW-6185-2023