

Известия Балтийской государственной академии
рыбопромыслового флота. 2026. № 3(77). С. 243–251

Научная статья

УДК 378.147: [5+004]:004.8

Doi:10.46845/2071-5331-2026-3-77-243-251

**Интеллектуальная информационная система LUMiQa
как цифровая инфраструктура разработки и применения
адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов**

Дмитрий Викторович Власов

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Санкт-Петербург, Россия

dmitry-v-vlasov@mail.ru

Аннотация. Представлено научно-методическое описание платформы LumiQa, спроектированной и разработанной автором как адаптивной открытой электронной образовательной платформы, в качестве интеллектуальной информационной системы и цифровой инфраструктуры разработки и применения адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов. Платформа рассматривается как рабочий контур, объединяющий локальные предметные графы знаний, цифровой след обучающегося, генерацию, дополненную поиском (Retrieval-Augmented Generation, RAG), ИИ-ассистентов, автоматизированную проверку и управляемое преподавательское вмешательство. На материале курса Python показан демонстрационный экран визуализации предметного графа знаний, а также сценарии сопровождения лабораторной работы, подготовки к итоговому тесту и прохождения контрольного задания. Разделение продвижения по маршруту темы и качества освоения материала рассматривается как один из механизмов контрольно-оценочного контура. Методологическим основанием выступает общая логика разработки и применения адаптивных методик: диагностика, аналитика и адаптация. Локальные графы естественно-научных предметов, таких как физика, химия, астрономия и информатика, а также междисциплинарные связи между ними описаны как компоненты архитектуры развития LumiQa, находящиеся в активной разработке, интеграции и методической настройке командой гранта.

Ключевые слова: адаптивная открытая электронная образовательная платформа, LumiQa, адаптивные методики преподавания естественно-научных предметов, локальный предметный граф знаний, цифровой след, ИИ-ассистент, аналитика обучения, обучение с подкреплением

Для цитирования: Власов, Д. В. Интеллектуальная информационная система LUMiQa как цифровая инфраструктура разработки и применения адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. – 2026. – № 3(77). – С. 243–251.

Введение

Цифровая трансформация высшего образования усилила противоречие между массовой организацией учебного процесса и потребностью обучающихся в адресной поддержке. Единый маршрут, единый темп и одинаковый набор учебных действий оказываются недостаточными для групп, в которых различаются начальная подготовка, темп освоения, профессиональные интересы и характер затруднений.

Для естественно-научных предметов это противоречие проявляется особенно резко: пробелы в базовых понятиях, формулах, алгоритмах решения задач и интерпретации данных быстро накапливаются и препятствуют дальнейшему продвижению.

Поэтому адаптивное обучение в данной области следует рассматривать не как декоративное добавление к системе управления обучением (Learning Management System, LMS), а как методическую задачу проектирования персонализированных образовательных траекторий [1; 2].

Современная литература по образовательным технологиям показывает, что персонализация требует одновременно нескольких оснований: формализованной модели предметного содержания, данных о действиях обучающегося, механизмов диагностики, правил адаптации и прозрачного



педагогического контроля. Аналитика обучения (learning analytics) связывает цифровой след с поддержкой индивидуального обучения [2], а исследования больших данных в университетском образовании показывают продуктивность аналитического подхода к оценке цифровых характеристик образовательного процесса [3].

Автоматизация диагностики, тестирования и анализа аномальных результатов с использованием больших языковых моделей, генеративного ИИ и интеграционных платформ раскрыта в работах, близких к контрольно-оценочному контуру настоящей статьи [4–6]. Графы знаний используются для представления понятий, зависимостей и допустимых переходов [7–9], а междисциплинарная интеграция естественно-научного и информационно-технологического содержания рассматривается как важное условие подготовки будущего педагога [10].

Генерация, дополненная поиском (Retrieval-Augmented Generation, RAG), и интеллектуальные обучающие системы позволяют встраивать консультационную поддержку в контекст учебных материалов [11; 12].

Вместе с тем развитие ИИ в образовании требует сохранения человека в контуре принятия решений (human-in-the-loop), особенно в ситуациях оценивания, спорной диагностики и педагогически значимых рекомендаций [13].

В рамках выполняемого внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена LumiQa рассматривается как адаптивная открытая электронная образовательная платформа, обеспечивающая практическую реализацию адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов.

В статье платформа рассматривается как интеллектуальная информационная система, в которой экспертное знание преподавателя переводится в локальные предметные графы знаний, учебные действия фиксируются как цифровой след, а ИИ-ассистенты и контрольно-оценочный контур поддерживают общую логику «диагностика – аналитика – адаптация».

Цель статьи – обосновать и представить платформу LumiQa как интеллектуальную информационную систему и цифровую инфраструктуру разработки и применения адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов, в которой локальные предметные графы знаний, ИИ-ассистенты, цифровой след и контуры адаптивной маршрутизации создают условия для перехода от унифицированного обучения к персонализированным образовательным траекториям.

Для достижения цели решаются следующие задачи: уточнить методологическую рамку разработки адаптивных методик; показать архитектурную логику LumiQa; раскрыть роль локальных предметных графов знаний как экспертных моделей содержания; описать работу ИИ-ассистентов в блоках лабораторной работы и итогового контроля; определить функционально подтвержденные результаты и направления дальнейшей методической настройки платформы.

Методологическая рамка разработки адаптивных методик

Методологическая рамка исследования строится вокруг разработки не одной универсальной методики, а комплекса адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов. Общей логикой их проектирования и применения на базе платформы LumiQa выступает последовательность «диагностика – аналитика – адаптация». Диагностика фиксирует текущее состояние обучающегося: прохождение темы, попытки выполнения заданий, ответы, ошибки, результаты тестов, статусы лабораторных и практических работ, обращения к ассистентам. Аналитика интерпретирует этот цифровой след в связи с локальным предметным графом знаний и критериями контроля. Адаптация изменяет маршрут, уровень поддержки, тип задания, необходимость повторения материала, глубину консультации или режим преподавательского вмешательства.

Такой подход согласуется с логикой дизайн-ориентированного исследования (Design-Based Research), поскольку цифровая платформа и адаптивные методики развиваются как взаимосвязанные компоненты одного исследовательского процесса: проектирование, реализация, апробация, анализ данных и уточнение правил [14]. Для LumiQa это особенно существенно: платформа выступает средой, в которой можно формализовать методические решения, проверять их на учебных сценариях, выявлять ограничения и возвращать результаты анализа в доработку цифровых инструментов и предметных методик.

Научная новизна предлагаемой рамки состоит в представлении адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов как цифрового рабочего контура, объединяющего четыре взаимосвязанные модели.

Первая – экспертная модель предметной области: темы, понятия, зависимости и методически допустимые переходы в локальном предметном графе знаний.

Вторая – модель обучающегося: цифровой след, попытки, прогресс, результаты заданий и характер обращений к ассистентам.

Третья – модель адаптации: правила допуска, поддерживающие и углубленные маршруты, автоматизированная проверка, ремедиация и эскалация к преподавателю.

Четвертая – модель представления: визуализация графа, интерфейс темы, модальные окна, статусы и специализированные ассистенты.

Архитектурная концепция LumiQa

Архитектурная концепция LumiQa строится вокруг целостного учебного контура, в котором интерфейс, данные, ИИ-ассистенты и механизмы контроля работают как элементы одной интеллектуальной информационной системы. На верхнем уровне расположен интерфейс темы: структура блоков, модальные окна шагов и панель специализированных ИИ-ассистентов.

Средний слой образуют программный интерфейс приложения (API) и сервисный контур, выполняющие маршрутизацию команд, запуск автоматизированной проверки, фиксацию статусов и передачу данных между пользовательским интерфейсом, ассистентами и базой данных. На уровне данных используются реляционные сущности прогресса и попыток, сводные снимки результатов по блокам, темам и курсам, а также векторные индексы для контура генерации, дополненной поиском (Retrieval-Augmented Generation, RAG).

В рамках статьи эта архитектура трактуется как средство практической реализации адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов. Локальный предметный граф знаний определяет возможные переходы и зависимости внутри конкретной предметной области, цифровой след показывает фактическое состояние обучающегося, ИИ-ассистенты обеспечивают адресную поддержку, а контрольно-оценочный слой задает основания для подтверждения результата. В этой связке платформа не просто отображает учебный материал, а организует работу с ним как последовательность диагностируемых и проверяемых действий.

Раздельный учет продвижения по маршруту темы и качества выполнения заданий является одним из архитектурно-методических механизмов LumiQa. Продвижение фиксирует, какие блоки и шаги были открыты или пройдены обучающимся. Качество освоения фиксирует, насколько учебные действия соответствуют критериям: корректность ответа, результат тестовой попытки, статус лабораторной сдачи, качество защиты, наличие типичных ошибок. Такое разграничение дополняет общий контрольно-оценочный контур и помогает не подменять образовательный результат интерфейсной активностью [2; 9; 13].

Контур ИИ-ассистентов в LumiQa реализуется в режимах области действия: курса, темы, блока и преподавателя (course, topic, block, teacher) с ограничением инструментов по контексту чата. Команды, требующие структурированных данных, не имитируют успех без фактического действия в интерфейсе: система возвращает корректный следующий шаг и ожидает завершения операции. Это снижает риск некорректного автоматического зачета, поддерживает прозрачность взаимодействия и позволяет сохранить преподавателя в контуре педагогически значимых решений через механизм вмешательства преподавателя по исключению (teacher-by-exception) [13].

Локальные предметные графы знаний и навигация по курсу Python

В архитектуре LumiQa граф знаний не является единым универсальным графом для всей платформы. В рамках выполняемого внутреннего гранта разрабатываются локальные графы естественно-научных предметов, таких как физика, химия, астрономия и информатика. Каждый такой граф фиксирует специфику соответствующей предметной области: ключевые понятия, тематические зависимости, предпосылки, типовые затруднения, допустимые переходы и связи с учебными заданиями [7–9].



Показанный на рисунке 1 граф курса Python используется как демонстрационный экран визуализации локального предметного графа знаний в интерфейсе LumiQa. Такая визуализация отвечает не только на вопросы «где я нахожусь в маршруте?» и «какой следующий шаг методически корректен?».

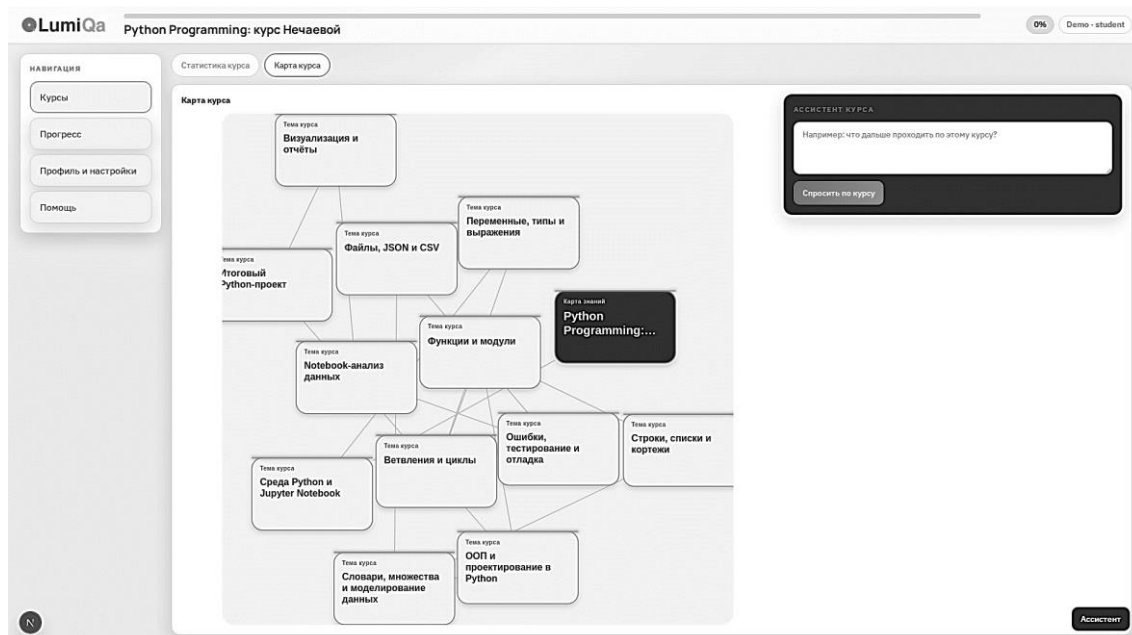


Рис. 1. Демонстрационный экран визуализации графа знаний курса Python в интерфейсе LumiQa

Она задает пространство педагогической интерпретации: какой блок является предпосылкой для следующего, где возможна поддерживающая траектория, какие темы образуют углубленный маршрут, какие результаты контроля могут быть связаны с конкретными узлами и ребрами.

В архитектуре развития платформы междисциплинарный граф и междисциплинарные связи между локальными графами знаний находятся в активной разработке, интеграции и методической настройке командой гранта.

Эти связи должны обеспечить согласование содержания разных естественно-научных предметов на уровне понятий, заданий, контрольных событий и возможных адаптивных переходов.

Такой подход особенно значим для предметных областей, где естественно-научное содержание уже связано с информационными технологиями и междисциплинарными образовательными модулями [8; 10].

Контур ИИ-ассистента блока лабораторной работы

Для иллюстрации работы платформы используется сценарий лабораторной работы внутри одной темы курса. В темах, где он предусмотрен, применяется последовательная логика: опциональный допуск, сдача материалов через ссылку на размещенный результат работы (URL-сдача) и опциональная защита. Ассистент вкладки «Сдача ЛР» использует контекст блока и учебных материалов темы.

Его функция заключается не в замене преподавателя, а в адресной поддержке обучающегося: пояснении критериев, выявлении неполноты сдачи, подготовке к защите и первичной диагностике типовых затруднений.

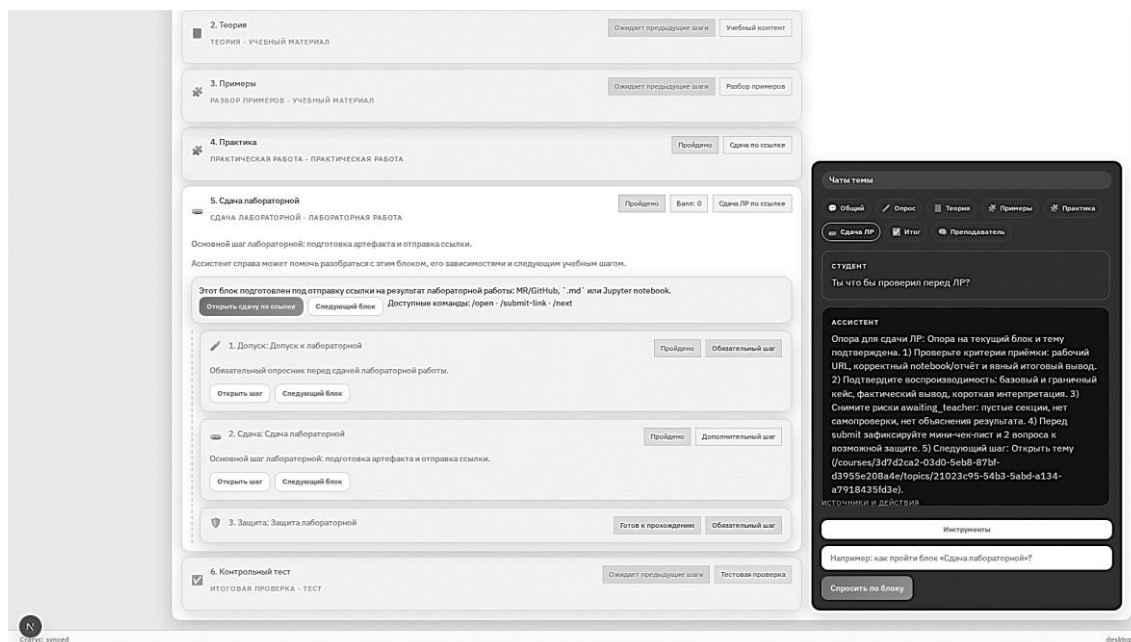


Рис. 2. Диалог ассистента блока «Сдача ЛР»: проверка критериев сдачи материалов через ссылку на результат работы

Контур генерации, дополненной поиском (Retrieval-Augmented Generation, RAG), позволяет связывать ответ ассистента с учебными материалами, критериями и контекстом конкретного блока [11]. Это важно для снижения риска отрыва консультации от изучаемого материала. Вместе с тем такие системы не должны трактоваться как гарантия абсолютной корректности ответа: современная литература указывает на риски галлюцинаций, устаревшего знания и ограниченной мультимодальности в образовательных системах генерации, дополненной поиском [11].

Поэтому ассистент в LumiQa работает как педагогически ограниченный инструмент, а не как автономный субъект оценивания.

Базовый режим работы системы предполагает автоматическое сопровождение, проверку и предварительное оценивание отправленных материалов. Подключение преподавателя является управляемым механизмом вмешательства преподавателя по исключению (teacher-by-exception): оно требуется при низкой уверенности, технической аномалии, конфликте критериев, спорном ответе или явном запросе обучающегося.

Такая архитектура позволяет снижать рутинную нагрузку, но сохраняет человеческое решение в контуре интерпретации данных и выбора педагогического действия [13].

Подготовка к контрольному тесту и итоговая проверка

После завершения лабораторного контура обучающийся переходит к блоку итоговой проверки темы и взаимодействует с соответствующим ИИ-ассистентом для самоподготовки. На этом этапе ассистент выделяет ключевые темы, типовые ошибки, формат ожидаемых ответов и вопросы для самопроверки.

В методическом отношении данный блок важен тем, что связывает консультационную поддержку с итоговой диагностикой, а не оставляет ассистента только в роли справочного чата.

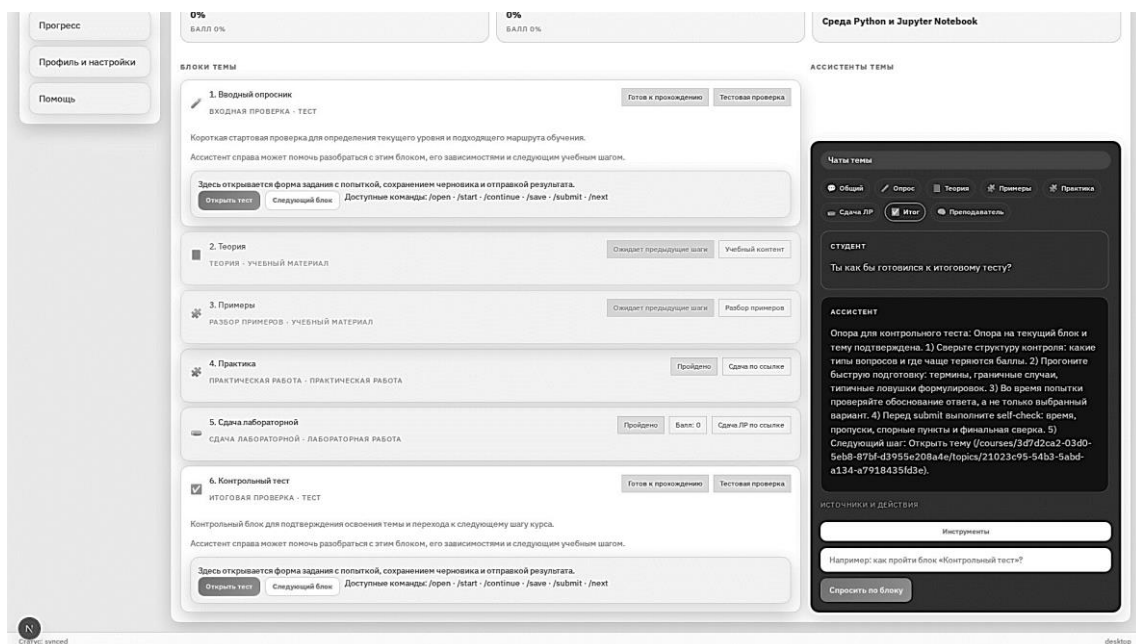


Рис. 3. Диалог ассистента блока «Итог»: подготовка к контрольному тесту

Далее обучающийся открывает контрольный тест в модальном окне и выполняет попытку прохождения. Система фиксирует попытки, ответы и результаты для последующего анализа.

Эти данные входят в цифровой след темы и могут использоваться для определения необходимости повторения материала, дополнительной консультации, изменения маршрута или преподавательского вмешательства. В этой логике оценивание становится не только способом выставления результата, но и источником данных для адаптивных методик [2; 4–6; 12; 14].

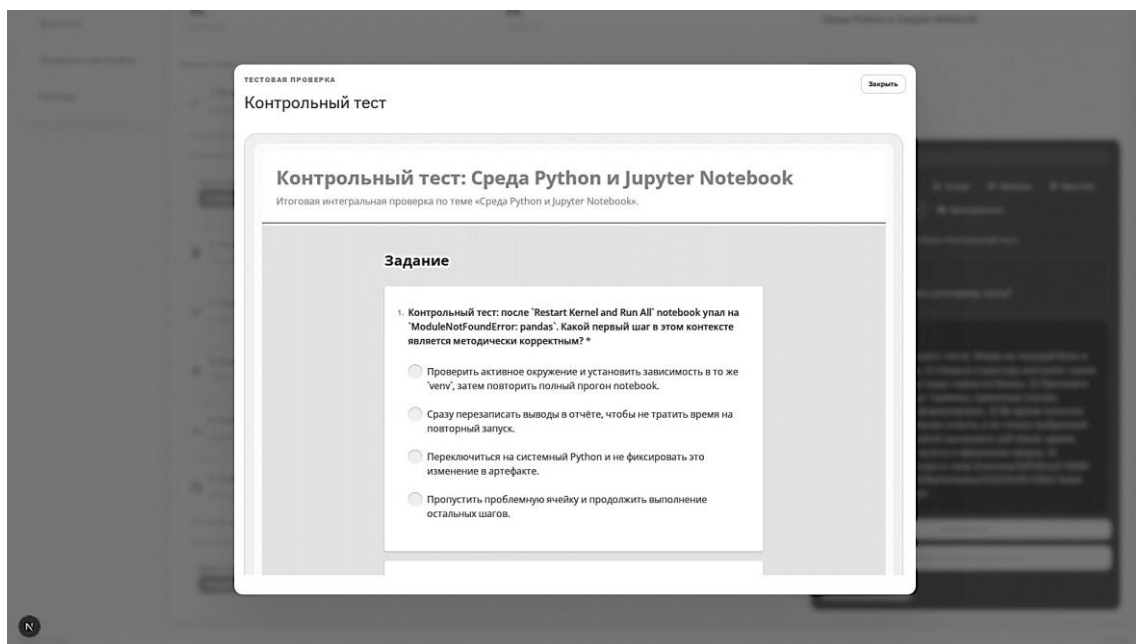


Рис. 4. Модальное окно контрольного теста: начало вопросного корпуса

Представленный сценарий показывает, что контрольно-оценочный контур LumiQa воспроизводим и управляем: система автоматически проверяет работу, формирует итоговый либо предварительный результат, фиксирует данные попытки и передает случай преподавателю только в спорных, рискованных или специально запрошенных ситуациях. Разделение прохождения и освоения здесь выступает не самостоятельной целью, а одним из механизмов поддержания качества адаптивного образовательного процесса.

Рекомендательный контур и междисциплинарное развитие

Грантовая рамка предусматривает развитие LumiQa как основы адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов, таких как физика, химия, астрономия и информатика. В архитектуре развития платформы особое место занимает рекомендательный контур на основе обучения с подкреплением (reinforcement learning, RL), ориентированный на адаптивную маршрутизацию учебного контента и уточнение индивидуальных образовательных траекторий. Исследования в области обучения с подкреплением показывают возможность использования таких подходов для персонализированных рекомендаций и динамической настройки образовательных маршрутов [15].

RL-рекомендатель в LumiQa входит в архитектуру развития платформы и находится в активной разработке, интеграции и методической настройке командой гранта. На текущем этапе уточняются правила представления состояний обучающегося, логика выбора следующего учебного действия, сценарии поддержки и критерии педагогически допустимой рекомендации. Междисциплинарные связи между локальными графами знаний развиваются в той же логике: как проектируемая и уже методически описываемая основа межпредметных траекторий, которая связывает предметные узлы, задания, контрольные события и возможные адаптивные переходы.

Результаты апробации и ограничения

Практическая апробация LumiQa на автономном стенде позволяет зафиксировать функционально и методически значимые результаты. Во-первых, подтверждена сквозная связность маршрута блоков темы от входной диагностики и учебных действий до итогового контроля. Во-вторых, показана согласованность состояний между пользовательским интерфейсом, ИИ-ассистентами и контрольно-оценочным контуром. В-третьих, продемонстрирована работоспособность комбинированного контента в форматах Markdown и Jupyter в контуре подбора релевантных фрагментов и консультационной поддержки.

Эти результаты позволяют рассматривать LumiQa как основу разработки и применения адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов. Платформа обеспечивает формализацию экспертного знания в локальных предметных графах, фиксацию цифрового следа, автоматизированную проверку, поддержку обучающегося через ассистентов и эскалацию к преподавателю в педагогически значимых случаях. Практическая значимость раскрывается на трех уровнях: для студента – более прозрачный маршрут и своевременная поддержка; для преподавателя – снижение рутинной нагрузки и сохранение контроля; для образовательной среды – накопление методических решений и развитие цифровой инфраструктуры.

Следующий этап связан с расширением апробации и методической валидации на предметных курсах, относящихся к физике, химии, астрономии и информатике. Продолжается калибровка критериев поддержки, углубления, ремедиации и эскалации, расширяется база эталонных кейсов и развивается объяснимость ответов в пограничных состояниях проверки. RL-рекомендатель и междисциплинарные связи между локальными графами знаний рассматриваются как развиваемые компоненты, для которых командой гранта накапливается методическая и экспериментальная база.

Следовательно, результаты следует трактовать как подтверждение функциональной связности и методического потенциала LumiQa, а не как доказательство количественного роста успеваемости. Для вывода об образовательной эффективности необходим отдельный дизайн педагогического исследования с контрольными показателями, диагностическими материалами, выборкой обучающихся и процедурой сравнения результатов.



Заключение

Проведенный анализ показывает, что LumiQa может рассматриваться как интеллектуальная информационная система и цифровая инфраструктура разработки и применения адаптивных методик преподавания естественно-научных предметов. Архитектурная устойчивость обеспечивается согласованностью интерфейса, локальных предметных графов знаний, сервисного контура, данных оценивания, учебных материалов и ИИ-ассистентов в едином рабочем процессе.

Ключевым результатом является переход от описания отдельных интеллектуальных сервисов к целостному методическому контуру.

В этом контуре локальные предметные графы знаний сохраняют экспертную модель содержания, цифровой след фиксирует фактические учебные действия, ассистенты на основе генерации, дополненной поиском (Retrieval-Augmented Generation, RAG), обеспечивают ограниченную адресную поддержку, автоматизированная проверка формирует данные контроля, а преподаватель сохраняет роль субъекта педагогического решения в спорных и значимых случаях.

Полученные результаты позволяют рассматривать LumiQa как основу дальнейшей разработки, применения и апробации адаптивных методик по естественно-научным предметам. Перспективы связаны с расширением локальных предметных графов знаний, уточнением правил адаптации, разработкой RL-рекомендателя, формированием междисциплинарных связей между локальными графами знаний и проведением педагогического исследования эффективности. Эти направления уже включены в рабочую повестку команды гранта как активное проектирование, развитие и методическая настройка архитектуры развития платформы.

Финансирование: исследование выполняется в рамках внутреннего гранта № 105-ВГ РГПУ им. А. И. Герцена по теме «Адаптивные методики преподавания естественно-научных предметов с использованием технологий искусственного интеллекта».

Список источников

1. Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G.-J., Wang, C. C. Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017 // *Computers & Education*. – 2019. – Vol. 140. – Art. 103599. – DOI:10.1016/j.compedu.2019.103599.
2. Khor, E. T., Mutthulakshmi, K. A Systematic Review of the Role of Learning Analytics in Supporting Personalized Learning // *Education Sciences*. – 2024. – Vol. 14. – №. 1. – Art. 51. – DOI: 10.3390/educsci14010051.
3. Власова, Е. З., Власов, Д. В. Большие данные в анализе ИТ-успешности преподавателей университета // *Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота : психолого-педагогические науки*. – 2024. – № 1(67). – С. 7–12. – DOI:10.46845/2071-5331-2024-1-67-7-12. – URL: <https://brarf.journal.klgtu.ru/jour/article/view/4> (дата обращения: 08.06.2026).
4. Власов, Д. В. Автоматизация диагностики знаний обучающихся средствами больших языковых моделей и облачных интеграционных платформ // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. – 2026. – Т. 21. – № 4. – URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/1279> (дата обращения: 08.07.2026).
5. Власов, Д. В. Автоматизация тестирования обучающихся средствами генеративного искусственного интеллекта и современных интеграционных платформ // *Педагогика информатики*. – 2025. – № 1-2. – С. 28–46. – URL: https://pcs.bsu.by/2025_1-2/3ru.pdf (дата обращения: 08.06.2026).
6. Власов, Д. В. Средства генеративного искусственного интеллекта и современных интеграционных платформ: новое поколение систем тестирования учебных достижений, обучающихся // *Инноватика в профессиональном образовании: технологический подход* / под науч. ред. И. Д. Рудинского, Е. З. Власовой. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2026. – С. 200–218. – ISBN 978-5-9912-1191-8. – URL: https://www.techbook.ru/book.php?id_book=1442 (дата обращения: 08.06.2026).
7. Abu-Salih, B., Alotaibi, S. A systematic literature review of knowledge graph construction and application in education // *Heliyon*. – 2024. – Vol. 10. – №. 3. – Art. e25383. – DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e25383.
8. Li, A., Li, Y., Gao, X. Personalized Learning Path Recommendation Based on Knowledge Graphs: A Survey // *Electronics*. – 2026. – Vol. 15. – №. 1. – Art. 238. – DOI:10.3390/electronics15010238.
9. Soumya, M. D., Krishnamoorthy, S. Knowledge Graphs for Representing Knowledge Progression of Students across Heterogeneous Learning Systems // *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. – 2025. – Vol. 35. – №. 4. – Pp. 1695–1723. – DOI:10.1007/s40593-024-00434-w.

10. Бойцова, Т. Б., Власова, Е. З., Горбунова, В. В., Исаева, Е. И. Междисциплинарная интеграция химии и информатики при реализации образовательной программы двухпрофильного бакалавриата в Герценовском университете // Современные проблемы науки и образования. – 2026. – № 2. – Ст. 23. – DOI:10.17513/spno.34456. – URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2026/2/34456.pdf> (дата обращения: 08.07.2026).
11. Li, Z., Wang, Z., Wang, W., Hung, K., Xie, H., Wang, F. L. Retrieval-augmented generation for educational application: A systematic survey // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2025. – Vol. 8. – Art. 100417. – DOI:10.1016/j.caeai.2025.100417.
12. Wang, H., Tlili, A., Huang, R., Cai, Z., Li, M., Cheng Z. Examining the applications of intelligent tutoring systems in real educational contexts: A systematic literature review from the social experiment perspective // Education and Information Technologies. – 2023. – Vol. 28. – №. 7. – Pp. 9113–9148. – DOI:10.1007/s10639-022-11555-x.
13. Memarian, B., Doleck, T. Human-in-the-loop in artificial intelligence in education: A review and entity-relationship analysis // Computers in Human Behavior: Artificial Humans. – 2024. – Vol. 2. – №. 1. – Art. 100053. – DOI:10.1016/j.chbah.2024.100053.
14. Bikanga Ada M. Using design-based research to develop a Mobile Learning Framework for Assessment Feedback // Research and Practice in Technology Enhanced Learning. – 2018. – Vol. 13. – Art. 3. – DOI:10.1186/s41039-018-0070-3.
15. Ruan, S., Lu, K. Adaptive deep reinforcement learning for personalized learning pathways: A multimodal data-driven approach with real-time feedback optimization // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2025. – Vol. 9. – Art. 100463. – DOI:10.1016/j.caeai.2025.100463.

Информация об авторе

Д. В. Власов – кандидат физико-математических наук, доцент.

Статья поступила в редакцию 01.07.2026; одобрена после рецензирования 03.08.2026; принята к публикации 10.08.2026.