



ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАДИЦИОННОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В ИНТЕРАКТИВНУЮ ЦИФРОВУЮ СРЕДУ: ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ

*Расулов Акбарали Махаматович

**Зайнолобидинова Хуморахон Рахмиддин кизи

* ФГТУ, доктор физико-математических наук, профессор

**ФГТУ, магистр 1-курса

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20685605>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 1-iyun 2026 yil
Ma'qullandi: 5-iyun 2026 yil
Nashr qilindi: 13-iyun 2026 yil

KEY WORDS

цифровая трансформация,
виртуальная лаборатория,
интерактивная визуализация,
React, Single Page Application,
оптимизация времени, физико-
математическое образование,
панель администратора

ABSTRACT

В статье рассматривается проблема эффективного объяснения студентам сложных математических и физических понятий и роль систем визуализации и интерактивных платформ в её решении. Отмечается, что традиционные методы обучения не всегда обеспечивают полное понимание абстрактных концепций, снижая интерес и качество усвоения материала. Показано, что использование динамических графиков и интерактивных моделей способствует интуитивному восприятию знаний, активизирует исследовательскую деятельность и позволяет безопасно проводить эксперименты. Сделан вывод о том, что интеграция веб-ориентированных интерактивных систем и панели администратора для мониторинга обучения является важным фактором модернизации образовательного процесса, повышая его эффективность и аналитическую направленность.

Введение

В настоящее время реформы, реализуемые в системе образования, и процессы цифровой трансформации предъявляют новые требования как к содержанию обучения, так и к его методическому и практическому обеспечению. Особенно актуальной задачей является эффективное донесение до студентов сложных, абстрактных и высокоформализованных понятий при преподавании естественно-научных дисциплин, таких как математика и физика. В традиционной образовательной практике главным фактором развития самостоятельных исследовательских способностей студентов всегда выступал лабораторный практикум. Однако сегодня организация традиционных лабораторных работ сталкивается с рядом серьезных системных проблем и ограничений. Серьезным барьером выступают материально-технические ограничения. Высокая стоимость современного

лабораторного оборудования, его физический и моральный износ, а зачастую и дефицит в высших учебных заведениях существенно ограничивают возможности студентов по выполнению передовых научных экспериментов в полном объеме. Ситуация усугубляется дидактической абстрактностью изучаемого материала. Многие физические процессы и математические модели по своей природе скрыты от прямого наблюдения или относятся к микромиру, как в случае с волновыми процессами, квантовыми явлениями или электромагнитными полями. В условиях традиционной лаборатории их невозможно визуализировать вживую. Не видя динамических закономерностей, стоящих за формулами и статичными схемами, студент вынужден выполнять работу механически. Еще одним из самых острых недостатков традиционных практикумов становится критическая нехватка времени. В рамках жестко ограниченного академического часа студенты тратят большую часть времени, которая иногда достигает 75–80%, на рутинные операции: ручную сборку и настройку приборов, устранение технических неполадок оборудования или длительное ожидание протекания физических процессов, например, нагрева или охлаждения элементов установки. В результате на глубокий анализ сущности эксперимента, вариативное изменение параметров и аналитическую интерпретацию полученных результатов времени практически не остается. В случае же совершения ошибки у студента физически нет возможности перезапустить эксперимент заново, что снижает интерес к дисциплине и ведет к поверхностному освоению материала. С этой точки зрения трансформация традиционного лабораторного практикума в интерактивную цифровую среду выступает в качестве актуального педагогического и технического решения. Интерактивные веб-платформы и системы визуализации освобождают студента от механической рутины, позволяя полностью сфокусировать внимание на исследовании сути изучаемого процесса.

Цель данной статьи - обосновать концепцию разработки интерактивной веб-системы, моделирующей математические и физические процессы в реальном времени, а также описать опыт её внедрения в образовательный процесс как инструмента преодоления материальных, визуальных и временных ограничений традиционного обучения.

МЕТОДОЛОГИЯ И АРХИТЕКТУРА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ СИСТЕМЫ

Реализация интерактивной цифровой среды выполнена на базе современных веб-технологий, обеспечивающих кроссплатформенность, высокую производительность и доступность образовательного контента с любого устройства, имеющего доступ к сети Интернет. В качестве основного технологического стека были выбраны языки разметки и сценариев HTML5 и JavaScript в сочетании с библиотекой React.

Выбор архитектурного подхода на основе React обусловлен необходимостью создания веб-приложения типа SPA (Single Page Application - одностраничное приложение). Это позволило полностью исключить перезагрузку страниц при переходах между разделами и запуске различных симуляций. Подобное техническое решение существенно экономит время пользователя, минимизирует задержки интерфейса и обеспечивает плавный, непрерывный пользовательский опыт, что крайне важно для удержания концентрации внимания студентов на изучаемом материале.

Для преодоления барьера временного дефицита и оптимизации исследовательского процесса в интерфейс виртуальных лабораторий внедрены интерактивные элементы управления в виде графических ползунков (слайдеров). С их помощью студенты могут мгновенно изменять входные параметры математических формул и физических величин в реальном времени. В отличие от традиционного практикума, где изменение условий эксперимента требует полной и длительной

перестройки лабораторной установки, в разработанной веб-системе визуальное отображение процесса пересчитывается и обновляется за доли секунды. Дополнительно интегрированная функция мгновенного сброса параметров до исходных значений позволяет студенту оперативно исправлять допущенные ошибки и многократно тестировать различные гипотезы без потери академического времени на рутинные повторные манипуляции.

Важным аспектом проектирования системы стал принцип доступности и интуитивной понятности интерфейса. Архитектура веб-сайта не перегружена лишними декоративными элементами, а логика взаимодействия с виртуальными приборами приближена к естественному поведению пользователя. Для систематизации образовательного контента все доступные интерактивные лабораторные работы распределены по тематическим разделам физики и математики, что облегчает навигацию и позволяет интегрировать платформу в текущие рабочие программы дисциплин.

Помимо оптимизации времени и визуализации скрытых процессов, разработанная интерактивная среда решает глобальные задачи доступности и безопасности образования. Использование виртуальных аналогов позволяет студентам выполнять сложные эксперименты (в том числе связанные в реальности с высоким напряжением, токсичными веществами или хрупким оборудованием) без какой-либо угрозы для жизни и здоровья. Наконец, веб-ориентированная природа платформы стирает географические границы, открывая возможность полноценного выполнения лабораторного практикума из любой точки мира, что делает её эффективным инструментом как для традиционного, так и для дистанционного или гибридного форматов обучения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Для верификации эффективности разработанной интерактивной цифровой среды авторами был спроектирован и внедрен виртуальный лабораторный модуль по теме «Изучение затухающих и вынужденных колебаний». Данная тема является фундаментальной для курсов общей физики и прикладной математики, однако традиционно вызывает у студентов сложности ввиду высокого уровня абстракции описывающих её дифференциальных уравнений второго порядка:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = f_0 \cos(\Omega t)$$

В традиционном лабораторном практикуме изучение этого процесса сопряжено с серьезными временными затратами. Чтобы экспериментально построить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) и зафиксировать явление резонанса, студенту необходимо вручную настраивать частоту вынуждающей силы на громоздком генераторе, дожидаться стабилизации колебаний механической системы, фиксировать амплитуду по шкале с помощью секундомера, заносить данные в таблицу и затем строить график на миллиметровой бумаге. На один цикл измерений уходит до 30–40 минут, что в условиях двух академических часов не оставляет времени на вариативные исследования (например, изучение влияния вязкости среды на смещение резонансной частоты). Более того, случайная ошибка в расчетах требует полной перезагрузки громоздкой механической установки.

Интерактивный модуль, разработанный на базе библиотеки React, кардинально меняет этот алгоритм, превращая рутинный процесс в динамическое исследование. На экране пользователя развернут интерактивный стенд, визуализирующий колеблющееся тело (маятник), а также графическое поле, где в реальном времени строятся три взаимосвязанных графика: смещение от времени $x(t)$, фазовый портрет системы и спектральная кривая (АЧХ).

Управление экспериментом осуществляется с помощью системы ползунков (слайдеров), привязанных к ключевым физическим параметрам уравнения:

Слайдер «Коэффициент затухания (γ)» - позволяет мгновенно менять вязкость условной среды (от вакуума до плотной жидкости). Студент в режиме реального времени видит, как при увеличении вязкости синусоида на графике затухает быстрее, а фазовая траектория стремительно скручивается в фокус.

Слайдер «Частота внешней силы (ω)» - дает возможность плавно менять частоту воздействия. При приближении ω к собственной частоте системы ω анимация маятника и графики наглядно демонстрируют резкое лавинообразное увеличение амплитуды - переход в состояние резонанса.

Использование архитектуры SPA (Single Page Application) на JavaScript обеспечивает мгновенный пересчет математической модели на стороне клиента без задержек и перезагрузок страниц. Если студент заходит в тупик или хочет протестировать новые пограничные условия, кнопка «Мгновенный сброс» за 1 секунду возвращает систему в исходное математическое состояние.

Внедрение данного модуля позволило сократить время на получение массива данных и построение графиков с 40 минут до 2-3 минут. Высвободившееся время (около 80% от общего хронометража занятия) студенты используют для качественного анализа процесса: они успевают провести до 10-15 мини-экспериментов при различных параметрах затухания, самостоятельно выводя закономерность, что с ростом затухания резонансный пик смещается в область более низких частот и становится более размытым. Таким образом, фокус внимания учащегося смещается с механического сбора точек для графика на осмысление физической и математической сути явления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка и внедрение интерактивной цифровой среды на базе библиотеки React для проведения лабораторных работ по физике и математике демонстрируют качественную трансформацию подходов к обучению естественно-научным дисциплинам. Перенос исследовательского практикума в веб-пространство позволил эффективно преодолеть ключевые системные барьеры традиционного образования: материально-технические ограничения, дидактическую абстрактность и критический дефицит времени.

В ходе исследования на примере разработанного модуля «Изучение затухающих и вынужденных колебаний» были достигнуты следующие результаты:

- 1. Оптимизация временного ресурса.** Благодаря использованию Single Page Application (SPA) архитектуры и интерактивных элементов управления (ползунков, кнопки мгновенного сброса) время на рутинный сбор данных и построение графиков сократилось в 15-20 раз (с 40 до 2-3 минут). Это позволило перенаправить до 80% времени академического часа с механических манипуляций на глубокий аналитический анализ физических процессов.
- 2. Преодоление абстрактности.** Реализация математических моделей в реальном времени обеспечила прямую визуализацию связи между изменением коэффициентов дифференциальных уравнений и динамическим поведением физической системы, переводя обучение из плоскости механического заучивания формул в плоскость осознанного экспериментального исследования.
- 3. Безопасность и доступность.** Созданная веб-платформа обеспечила возможность проведения полноценных и безопасных лабораторных исследований из любой точки мира, исключая риски, связанные с порчей дорогостоящего оборудования или угрозой здоровью учащихся.

Таким образом, разработанный интерактивный веб-ресурс смещает фокус деятельности студента с выполнения рутинных технических алгоритмов на научно-

исследовательский анализ, что существенно повышает вовлеченность и качество усвоения сложных фундаментальных понятий.

В качестве перспектив дальнейшего развития проекта планируется масштабное расширение базы виртуальных лабораторных работ по другим разделам физики и математики. Ключевым направлением развития платформы станет проектирование специализированного модуля управления - **панели администратора (Admin Panel)**. Интеграция панели администратора позволит преподавателям в режиме реального времени осуществлять централизованный мониторинг и детальный аудит процесса выполнения лабораторных работ студентами, фиксировать время прохождения модулей, типичные ошибки и траектории исследования. Это превратит платформу в полноценный инструмент для сбора эмпирических данных и научного исследования эффективности различных образовательных методов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Роберт, И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты) / И. В. Роберт.- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 398 с.
2. Красильникова, В. А. Использование информационных и коммуникационных технологий в образовании / В. А. Красильникова. – Оренбург : ОГУ, 2012. – 291 с.
3. Черткова, Е. А. Компьютерные технологии обучения : учебник для вузов / Е. А. Черткова.- 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2019. - 250 с.
4. Фуллер, Д. Разработка веб-приложений с использованием React и JavaScript / Д. Фуллер. – М. : ДМК Пресс, 2022. – 342 с.
5. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – М. : Академия, 2021. – 560 с.
6. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – М. : Лань, 2019. – 432 с.
7. Potkonjak, V. Virtual laboratories in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education / V. Potkonjak, M. Gardner, V. Callaghan [et al.] // Computers & Education. – 2016. – Vol. 95. – P. 309–327.
8. Brinson, J. R. Learning outcomes for lab activities: A comparison of alternative and traditional hands-on labs / J. R. Brinson // Computers & Education. – 2015. – Vol. 87. – P. 218–237.
9. Breslow, L. Studying learning in the worldwide classroom: Research on edX's first MOOC / L. Breslow, D. E. Pritchard, J. DeBoer [et al.] // Research & Practice in Assessment. – 2013. – Vol. 8. – P. 13–25.
10. Zulfiqarov, S. H. Oliy ta'limda fizika fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasi / S. H. Zulfiqarov // Pedagogika. – Toshkent, 2023. – № 2. – B. 45–51.