

УДК 004.588

Опыт внедрения технологий дополненной реальности в курс лабораторных работ по общей физике

Епифанов Михаил Александрович^(*)

michaellepifanov@mail.ru

Павленко Дарья Александровна

DAPavlenko@mephi.ru

НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние технологий дополненной реальности на эффективность подготовки студентов к выполнению лабораторных работ по общей физике. Представлены подходы к созданию трехмерных моделей физических установок и их интеграции в среду дополненной реальности для визуализации сложных многоэлементных объектов. Показаны преимущества использования мобильных устройств для проекции виртуальных установок в реальное пространство, позволяющие студентам детально изучить конструкцию, расположение элементов и принципы работы без непосредственного доступа к оборудованию. Перечислены положительные эффекты внедрения таких методов, включая рост количества успешно сданных лабораторных работ и повышение среднего балла за счет увеличения времени на предварительное изучение и взаимодействия с моделями. Сделано заключение о перспективности дальнейшего развития и систематического применения технологий дополненной реальности в лабораторном практикуме для повышения качества физико-технического образования.

Ключевые слова: дополненная реальность, иммерсивные технологии, обучение, университет

Experience in implementing augmented reality technologies in the general physics laboratory course

Epifanov Mikhail Aleksandrovich^(*)

michaellepifanov@mail.ru

Pavlenko Dar'ya Aleksandrovna

DAPavlenko@mephi.ru

MEPhI, Moscow, Russia

Abstract. The impact of augmented reality technologies on the effectiveness of student preparation for laboratory work in general physics is examined. Approaches to creating three-dimensional models of physical setups and their integration into an augmented reality environment for the visualization of complex multi-element objects are presented. The advantages of using mobile devices to project virtual setups into real space are demonstrated, enabling students to thoroughly study the design, element arrangement, and operating principles without direct access to the equipment. The positive effects of implementing such methods are outlined, including an increase in the number of successfully completed laboratory works and a rise in the average grade, due to the additional time available for preliminary study and interaction with the models. It is concluded that the further development and systematic application of augmented reality technologies in laboratory practical

training hold significant promise for improving the quality of physics and engineering education.

Keywords: augmented reality, immersive technologies, education, university

Введение. На данный момент повсеместно присутствуют труднодоступные сложные физические объекты. Примерами таких объектов могут служить: ядерные реакторы, сложные физические установки в технологических вузах и т. д. [1] По своему определению, такие объекты трудно изучить и осмотреть каждому желающему, будь то в целях обучения или всестороннего развития [2]. Связано это с мерами безопасностями для этих объектов и самих пользователей, их сложностью, а также расположением данных объектов. Работа, которая была проделана в НИЯУ МИФИ для кафедры общей физики и физических установок в ней нацелена на визуализацию пространств и объектов в нем, которые часто находятся на расстоянии от пользователя, что создает сложность работы с ними, а также их изучения. Дополненная реальность (AR) может хорошо передать реальные размеры и внешний вид объекта, а также всех его составляющих, потому что цифровой объект размещается в реальном пространстве, окружающем пользователя, рядом с другими объектами реального мира. Это преимущество данной технологии сыграло ключевую роль в настоящем исследовании.

Материалы и методы. В качестве первой апробации было принято решение о создании практико-ориентированного модуля в дополненной реальности «Установки лабораторий по общей физике». В рамках приложения Merphi AR LAB, предназначенного для просмотра установок для проведения физических экспериментов, технология AR была применена для визуализации сложных экспериментальных установок. После создания точных 3D-моделей установок методом фотограмметрии и их доработки в программном обеспечении Blender, эти модели интегрируются в приложение, где они могут быть представлены в формате дополненной реальности. Это позволяет студентам видеть установки в реальном масштабе и в реальной обстановке [3], взаимодействуя с ними через экран мобильного устройства (рис.1). Было смоделировано взаимодействие студентов с физическими установками из лабораторий «оптики» кафедры № 6 общей физики. В процессе эксперимента, у них развивалось пространственное мышление и появлялась вовлеченность в образовательный процесс [4]. Были применены качественные и количественные методы. Преподаватели наблюдали за студентами в образовательном процессе и делали соответствующие пометки в свои бланки для заполнения. Каждый студент индивидуально проходил опрос после каждого занятия, для фиксации метрик и проведения последующего математико-статистического анализа. Именно такие методы позволяют наиболее точно собрать и проанализировать данные эксперимента, чтобы сделать соответствующие выводы.

Отдельной задачей стояла съемка и обработка панорамных изображений лабораторий для построения виртуального тура [5]. Была проведена съемка 8 помещений, 2 коридоров, произведена постобработка отснятых кадров,

сборка кадров в объемную панораму. Результат размещен по ссылке <https://xr.mephi.ru/physics/ru/tour.html>.

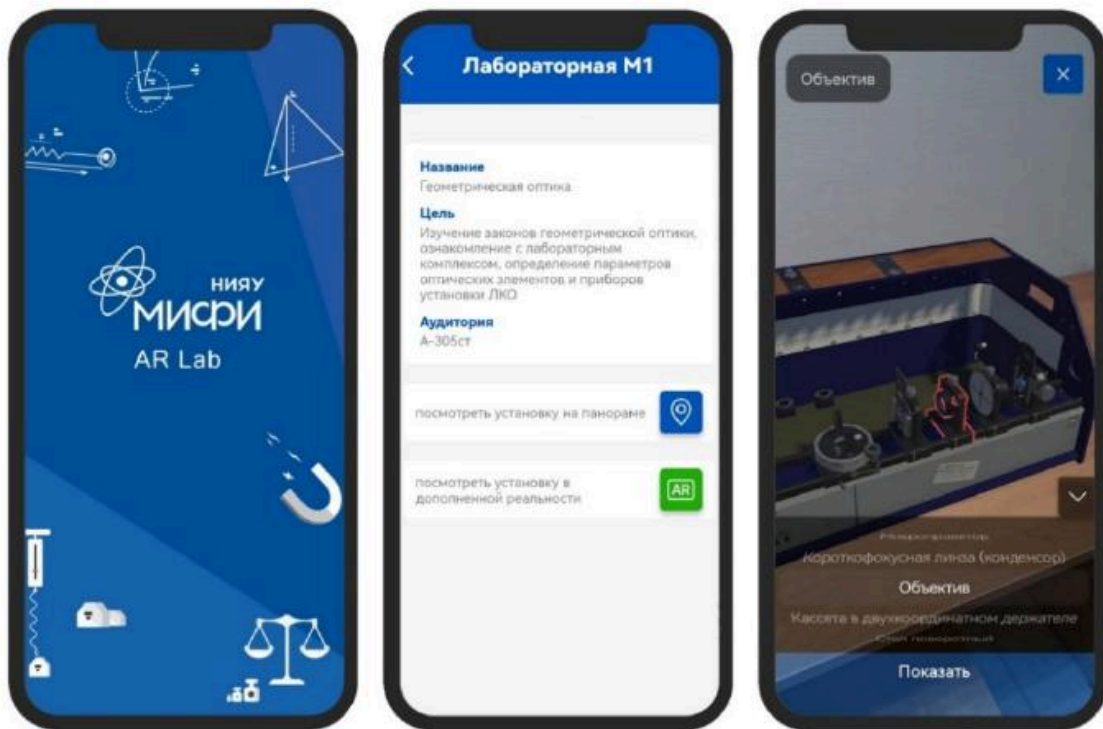


Рис. 1. Общий вид приложения для взаимодействия с установками в AR

Результаты. В результате жеребьевки, для проведения эксперимента были отобраны 7 учебных групп студентов-бакалавров, которые также были разделены на подгруппы.

Несколько групп являлись контрольными, то есть у них обучение проходило только старыми методами. Одна из групп, также разделенная на части, была тестовой, то есть проходила обучение с применением нового метода.

Подгруппы были распределены между преподавателями так, чтобы у одного и того же преподавателя были группы с разными методами обучения, что позволило убрать при анализе влияние субъективности преподавателя.

В ходе эксперимента устанавливалось влияние внедряемых методов на такие показатели, как:

- количество нарушений техники эксплуатации установки студентами;
- количество вопросов от студентов к преподавателю о составляющих частях физической установки и ее местоположении;
- скорость поиска студентами нужной физической установки;
- уровень интереса к лабораторным работам по физике у студентов;
- уровень знаний студентов об общем внешнем виде необходимой физической установки и ее составляющих частях;
- количество сданных с первого раза лабораторных работ студентами;
- средний балл студентов за лабораторную работу.

Каждая из формул вычисления средних показателей метрик применялась многократно, чтобы отдельно рассчитать показатели для троечников, хорошистов и отличников, а также для физических установок легкой, средней и высокой сложности. Сложность установки будет зависеть от количества ее составляющих элементов. Экспертная оценка преподавателей физики помогла сформировать ограничения по уровням сложности физических установок. Замеры проводились в течение 8 недель, за которые было проведено по 4 лабораторные работы у каждой группы студентов. Вот некоторые из результатов, полученных в ходе данного исследования:

Среднее количество времени, затрачиваемое студентами на поиск необходимой установки, сократилось на 42 %.

Среднее количество вопросов, заданных студентами преподавателю за лабораторную работу о составляющих частях установок и их местоположении сократилось на 55 %.

Количество успешно сданных с первого раза лабораторных работ студентами увеличилось на 9,5 %.

Средний балл студентов за лабораторную повысился на 7,1 %.

Количество зафиксированных случаев нарушения техники эксплуатации установок при выполнении лабораторных работ студентами сократилось на 52 %.

Обсуждение. После анализа результатов, полученных в ходе эксперимента, можно отметить, что:

Внедрение дополненной реальности дает эффективность большую, чем применяемые сейчас методы, которые участвовали в эксперименте. Однако видно, что эффект от внедрения на троечников оказался меньший, чем на хорошистов и отличников. Это связано с уровнем ответственности и осознанности студентов отличников и хорошистов, которые более скрупулезно относились к предлагаемым новым методам. В ходе общения со старостами групп было выяснено, что троечники используют подготовленные проекты с методами реалистичного отображения в разы меньше, чем хорошисты и отличники. Среднее время просмотра проекта при подготовке к лабораторным работам хорошистами и отличниками составило около 5 минут. В то время как троечниками, оно составило около 1 минуты.

Эффект от внедрения растет с увеличением сложности установки, но это влияет на изменение не всех метрик. При увеличении уровня сложности установки становится труднее изучить информацию о ней традиционными способами.

После внедрения, растет количество сданных лабораторных работ и средний балл за них. Это связано с тем, что у студентов становится больше времени на выполнение лабораторных работ, так как они заранее взаимодействуют с ней в AR.

Заключение. После завершения эксперимента и анализа его результатов можно сформулировать дальнейшие перспективы развития темы исследования:

1. Необходимо разработать собственный алгоритм распознавания поверхности, который повысит его скорость работы для более быстрого отслеживания, а также добавит возможность увеличения количества виртуальных сцен в проекте и количества функций, применяемых к виртуальным объектам. Для того чтобы стало возможным провести всю лабораторную работу с виртуальной установкой в дополненной реальности, необходимо проводить разработку не на основании открытого исходного кода, а сделать ее с нуля.

2. Расширение проекта, реализованного в данной работе, на другие лаборатории кафедры № 6 «Общая физика», а также ядерный реактор НИЯУ МИФИ. Наиболее трудоемкий процесс создания подобных проектов — это оцифровка сложных физических объектов для создания 3D-моделей, которые далее интегрируются в дополненную реальность. В будущем необходимо оцифровать физические установки и в других лабораториях физики, чтобы повысить количество вариантов использования проекта.

Все это позволит повысить эффективность данного метода для демонстрации сложных физических объектов, а также количество вариантов использования данного метода в будущем.

Список источников

- [1] Папагианнис Х. Дополненная реальность. Все, что вы хотели узнать о технологии будущего. Москва, Эксмо, 2019, 288 с.
- [2] Dede C. Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 2009, vol. 323, no. 5910, pp. 66–69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>
- [3] Курков Д.С., Бирюзов Д.А., Трясучкин В.А. и др. Применение виртуальной реальности при проведении лабораторных и практических занятий. *Вестник Пензенского государственного университета. Гуманитарные исследования*, 2021, № 4, с. 45–48.
- [4] Полевода И.И., Иваницкий А.Г., Миканович Л.С. и др. Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе. *Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*, 2022, т. 6, № 1, с. 119–142. <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2022.6-1.119>
- [5] Федорова А.С. применение технологий виртуальной реальности и панорамной съемки для создания онлайн экскурсий и путешествий. *Моя профессиональная карьера*, 2020, № 11, с. 25–31.