

УДК 372.862:378

ИНТЕГРИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Туганова Р.С., Юльметова Р.Ф.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, e-mail: tuganovaregina@yandex.ru, liya974@mail.ru

Целью статьи является исследование степени актуальности применения технологий виртуальной и дополненной реальности в рамках учебных программ высших учебных заведений, а также разработка AR-приложения для таких специальностей, как 05.03.06, 05.04.06 «Экология и природопользование» и 18.03.02, 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Актуальность проблематики обусловлена стремительным ростом внедрения современных информационных технологий в образовательный процесс вузов для повышенного усвоения изучаемых материалов. Основными методами в данной работе являются: 1) анализ отечественной и зарубежной научной литературы на заданную тематику, 2) анализ публикационной активности в области применения виртуальных технологий в образовании по миру и в Российской Федерации, 3) 3D-моделирование в Blender для создания трехмерных объектов для дальнейшего внедрения в AR-приложение, 4) использование Unity 3D и Vuforia SDK для разработки собственного приложения для демонстрации автоматического мусоросортировочного комплекса в рамках дисциплин. Итогами данной работы являются результаты анализа публикационной активности в период с 2011 по 2021 год, выводы об актуальности применения технологий виртуальной и дополненной реальности для обучения студентов экологического профиля и разработанное AR-приложение с целью изучения промышленного оборудования мусоросортировочного комплекса.

Ключевые слова: современные информационные технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, реализация экологических дисциплин, цифровизация, модель смешанного обучения, высшее образование

INTEGRATION OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF ENVIRONMENTAL SPECIALTIES OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Tuganova R.S., Yulmetova R.F.

ITMO University, Saint Petersburg, tuganovaregina@yandex.ru, liya974@mail.ru

The article is aimed at studying the degree of actuality of the application of virtual and augmented reality technologies in the framework of educational programs of higher educational institutions, as well as development of AR-application for such specialties as 05.03.06, 05.04.06 «Ecology and environmental management» and 18.03.02, 18.04.02 «Energy- and resource-saving processes in chemical technology, petrochemistry and biotechnology». The urgency of the problem is due to the rapid growth of the introduction of modern information technologies into the educational process of universities for increased assimilation of the studied materials. The main methods in this work are: 1) analysis of domestic and foreign scientific literature on a given topic, 2) analysis of publication activity in the field of the use of virtual technologies in education around the world and in the Russian Federation, 3) 3D simulation in Blender to create three-dimensional objects for further implementation in AR-application, 4) using Unity 3D and Vuforia SDK to develop its own application to demonstrate the automatic garbage collection complex within disciplines. The results of this work are the results of analysis of publication activity in the period from 2011 to 2021, the conclusions on the relevance of the use of virtual and augmented reality technologies for teaching students' environmental profile and developed by AR-application for the study of the industrial equipment of the garbage processing complex.

Keywords: modern information technology, virtual reality, augmented reality, implementation of environmental disciplines, digitalization, blended learning model, higher education

Усиление влияния глобальной информатизации на все сферы жизнедеятельности является одной из особенностей современного мира. Применение современных информационных технологий представляет собой наиболее перспективный способ повышения уровня качества образования [1].

Как правило, в вузах преобладает традиционное обучение в специально оборудованных аудиториях, где преподаватели и студенты взаимодействуют лично друг с другом. У такого подхода обучения есть свои преимущества, а именно эмоцио-

нальная составляющая личного контакта и спонтанность в формировании цепочек ассоциативных идей и открытий [2]. Однако технологически усовершенствованная среда обучения может улучшить образовательный процесс и гарантировать качество высшего образования [3].

Такой подход, как смешанное обучение (англ. blended learning), объединяет традиционные формы аудиторного обучения с применением электронных форм, включающих в себя информационные и коммуникационные технологии (ИКТ). В послед-

нее время образовательные программы данной модели обучения все чаще внедряются в вузы, являясь показательными примерами технологических, педагогических и организационных инноваций в университетах [4].

Поскольку педагогика становится все более динамичной, ввиду стремительного развития данной области, использование инновационных инструментов с применением ИКТ позиционируется как фундаментальная часть преподавания и обучения студентов [5]. Одной из таких новаторских технологий является виртуальная и дополненная реальность (VAR, Virtual Augmented Reality), где в первом случае разрабатывается цифровая среда для манипулирования объектами и взаимодействия в виртуальном пространстве, а во втором – происходит наложение виртуальных объектов через мобильное устройство на реальную среду. Виртуальные технологии могут способствовать иммерсивному обучению в недоступных пространствах с помощью специально разработанных 3D-моделей и интерактивных видеороликов с углом обзора 360° [6]. В последние годы в университетах ведется активное создание инфраструктуры для внедрения данных технологий. Более того, образовательные организации выделяют все необходимые ресурсы для разработки и интеграции дисциплин, осуществляющихся с применением виртуальных технологий.

Приоритетным направлением для введения VAR является ряд технических, математических, инженерных и естественно-научных дисциплин [7]. В связи с этим в данной работе рассматривается применение виртуальных технологий в экологических дисциплинах таких специальностей бакалавриата и магистратуры, как 05.03.06, 05.04.06 «Экология и природопользование» и 18.03.02, 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

В данной работе целью исследования является выявление степени актуальности внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в экологические специальности вузов, а также определение возможности введения AR-инструмента в процесс обучения студентов-экологов. В ходе данной работы были определены показатели публикационной активности применения виртуальных технологий в образовательных программах высших учебных заведений и разработанного собственного AR-приложения для демонстрации автоматического мусоросортировочного комплекса.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования был проведен анализ зарубежных и отечественных литературных источников по изучаемой тематике с дальнейшей систематизацией полученной информации.

Был применен метод анализа публикационной активности, где в качестве баз данных (БД) использовались крупнейший российский информационно-аналитический портал E-library и единая библиографическая и реферативная БД Scopus. Целью данного этапа является выявление текущего состояния актуальности применения технологий виртуальной и дополненной реальности в образовании за 2011–2021 гг.

Методология включала в себя два основных этапа. Первый этап заключался в составлении списка ключевых слов, исходя из частоты упоминания. Для поиска были задействованы следующие ключевые слова: технология виртуальной реальности, среда виртуальной реальности, цифровые технологии, цифровизация образования, смешанное обучение, дополненная реальность, экологическое образование, VR, AR, virtual reality, virtual reality technology, augmented reality, augmented reality technology, blended education, environment education.

Вторым этапом стал анализ публикационной активности по полученным показателям, осуществляющийся сравнением числа публикаций в конкретной тематике за годовой период. Для России данные о публикациях были взяты из расширенной БД E-library после применения следующих фильтров поиска: тип публикации, тематические области, ключевые слова, год публикации статьи. В качестве расчетного периода был взят промежуток с 2011 по 2021 год, так как это позволяет включить в анализ последние актуальные наработки и исследования. Публикации 2022 года не включены в статистику по причине искажения динамики, так как данные могут являться не полными. Аналогичный метод был использован и для анализа публикационной активности по миру с помощью базы данных Scopus.

Разработка AR-приложения основана на принципах моделирования. На первом этапе мы должны смоделировать наши объекты. 3D-моделирование – процесс создания трехмерного представления объекта с помощью специализированного программного обеспечения. Согласно Е. Новак и С. Висдом, за счет ряда преимуществ и обширного функционала технология трехмерного моделирования способствует персонализированному обучению, направленному

на повышение эффективности образования и поддержание профессионального самоопределения студентов [8; 9].

С помощью программного обеспечения Blender были разработаны трехмерные объекты технологического оборудования автоматического мусороперерабатывающего комплекса. 3D-объекты оборудования создавались на основе реальных промышленных установок, являющихся частью технологического процесса переработки твердых коммунальных отходов.

На втором этапе для реализации AR-приложения были использованы следующие технологии: инструмент для разработки приложений Unity 3D и платформа дополненной реальности Vuforia SDK. Unity 3D – это кросс-платформенный интегрированный «игровой движок», накладывающий виртуальную среду на реальную. Unity 3D поддерживает Vuforia SDK. Vuforia SDK является комплектом разработки программного обеспечения AR для мобильных устройств, здесь используется технология компьютерного зрения для распознавания и захвата плоских изображений или 3D-объектов в реальном времени, это позволяет разработчикам размещать виртуальные объекты через видоискатель камеры и регулировать расположение объектов на фоне. Мобильные телефоны могут захватывать изображение каждого кадра в текущей реальной сцене, а затем добавлять в эту среду заданные виртуальные объекты [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты анализа публикационной активности представлены на графиках (рис. 1, 2). Если первый график отражает количество публикаций на тему применения виртуальных технологий во всех специальностях, то второй затрагивает только экологический профиль.

На первом графике с 2015 года наблюдается стабильно положительная динамика в отношении количества статей за годовой период как в России, так и по миру. Однако с 2012 года в мировой практике можно отметить линейный спад, продолжающийся до 2014 г. Активный рост публикаций на тему применения VAR в качестве инструмента обучения наблюдается с 2019 по 2021 год. Это означает, что в последние три года данная тематика набирает популярность и имеет высокую степень актуальности.

Второй график демонстрирует нестабильный рост в мировой практике вплоть до 2016 года, где уже в 2017 наблюдается увеличение показателя публикационной активности. Более того, количество публикаций увеличилось в целых два раза в период с 2019 по 2021 год. Если посмотреть на ситуацию в России, то можно отметить низкую популярность технологий дополненной и виртуальной реальности в обучении студентов экологических профилей.

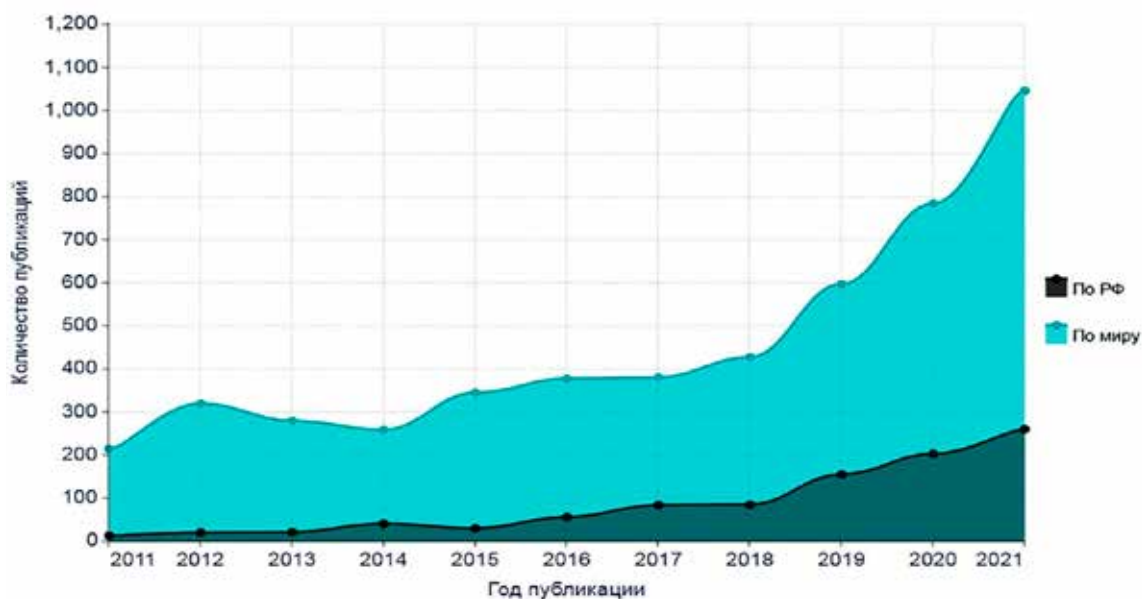


Рис. 1. Публикационная активность в области применения виртуальных технологий в образовании по РФ и миру в период с 2011 по 2021 г.

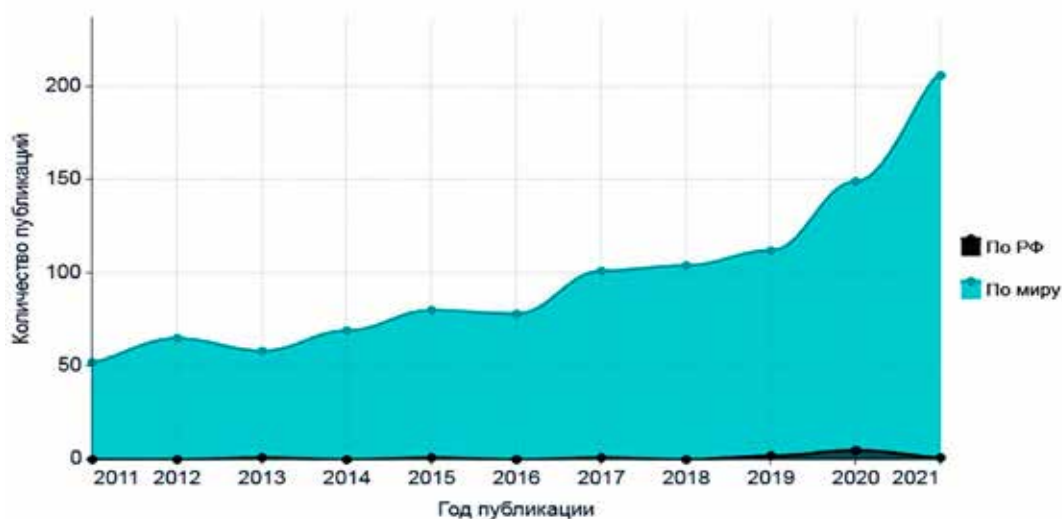


Рис. 2. Публикационная активность в области применения виртуальных технологий в экологическом образовании по РФ и миру в период с 2011 по 2021 г.

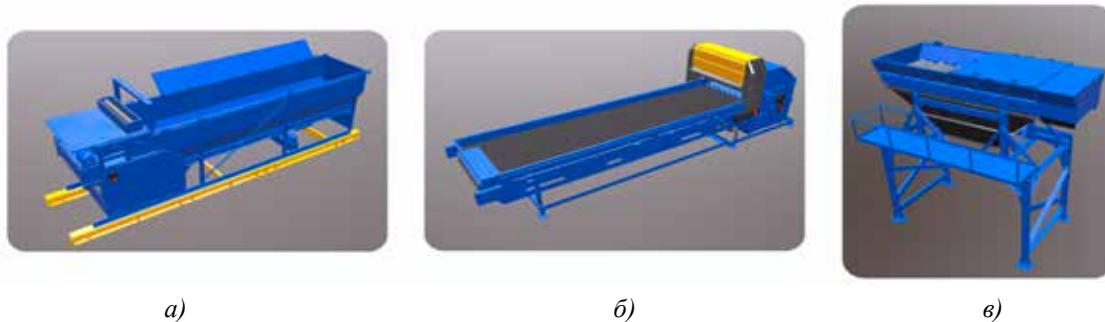


Рис. 3. Разработанные трехмерные модели для мусоросортировочного комплекса: а) разрыватель пакетов, б) оптический сепаратор или фотосепаратор, в) роторный сепаратор

Несмотря на динамику развития виртуальных технологий, а также высокие показатели публикационной активности по миру, дисциплины экологического профиля не содержат рабочих программ, рассчитанных на применение инновационных инструментов обучения. По этой причине было принято решение о разработке собственного AR-приложения, демонстрирующего промышленное оборудование автоматических мусоросортировочных комплексов. Благодаря 3D-моделированию в Blender были созданы следующие трехмерные объекты: разрыватель пакетов ТКО, магнитный сепаратор, оптический сепаратор, баллистический сепаратор, воздушный сепаратор, роторный сепаратор. На рис. 3 представлены примеры созданных 3D-моделей.

С помощью Unity 3D и Vuforia VDK было создано AR-приложение на Android, с помощью которого студент во время аудиторных занятий, используя только мобильный теле-

фон или планшет, может изучать промышленное оборудование мусоросортировочного комплекса. Для наглядности на рис. 4 представлена работа AR-приложения при наведении камеры телефона на объект.

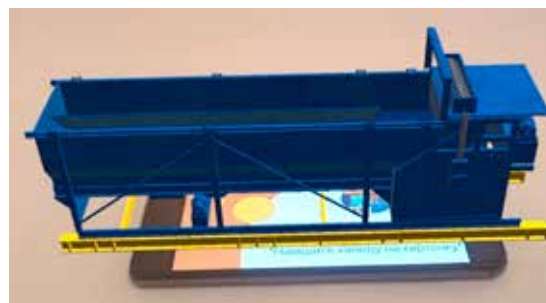


Рис. 4. 3D-объект разрывателя пакетов в приложении

Благодаря такому приложению преподаватель сможет наглядно объяснить и

продемонстрировать весь технологический процесс, происходящий в условиях мусоросортировочного комплекса. Более того, студенты могут приближать и отдалять объекты, что позволяет рассмотреть оборудование во всех деталях. Конкурентными преимуществами иммерсивного обучения являются мотивация, контроль, взаимодействие, практичность, интерактивность и пространственная ориентация [11]. Все это приводит к повышенной вовлеченности обучающихся в образовательный процесс за счет использования иммерсивного опыта, гарантирующего большее взаимодействие с учебными материалами в рамках изучаемых дисциплин. В.В. Гриншкун и Г.А. Краснова в своих исследованиях доказывают, что быстрый темп перехода от традиционной модели обучения к применению современных информационных технологий при реализации образовательных дисциплин приводит к определению новых условий для подготовки квалифицированных и компетентных специалистов [12].

Для экспериментальной проверки эффективности виртуальной среды было принято решение внедрить трехмерный мусоросортировочный комплекс в образовательную программу дисциплины «Теория и практика обращения с отходами». После проведения ряда лекционных и практических занятий в рамках вышеуказанной дисциплины были выявлены: положительная динамика по показателю «посещаемость» ввиду наличия интерактивной части – AR-приложения с трехмерным оборудованием автоматического мусоросортировочного комплекса, повышенный интерес у студентов к изучению блока «Система обращения с отходами», а также увеличение уровня среднестатистической успеваемости на 21% по данным тестовых и практических заданий подблока «Этапы обращения с отходами производства и потребления (сбор, сортировка, транспортировка, переработка)». Было установлено, что усвоение материала зависит от вовлеченности обучающихся и активное участие в обсуждении проблемы позволяет запомнить детали за счет многократного повторения получаемой информации.

Выводы

Данное исследование позволяет сделать вывод о высокой степени актуальности современных информационных технологий в образовательном процессе высших учебных заведений. В последние три года результаты анализа публикационной активности демонстрируют стабильно положительную динамику роста публикаций на тему вирту-

альных технологий в обучении студентов. Это связано с беспрецедентной скоростью развития и внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в рабочие программы вузов. Однако проблема заключается в низкой заинтересованности интегрирования инновационного метода обучения в дисциплины экологического профиля, что и демонстрируют низкие показатели публикационной активности в России.

Таким образом, с помощью 3D-моделирования в программном обеспечении для трехмерной графики Blender были созданы все основные промышленные объекты автоматического мусоросортировочного комплекса, а именно разрыватель пакетов ТКО, магнитный, оптический, баллистический, воздушный и роторный сепараторы. В качестве инструментов для создания AR-приложения выступили программа для разработки приложений Unity 3D и платформа дополненной реальности Vuforia SDK.

Разработанная программа с виртуальным автоматическим мусоросортировочным комплексом будет применяться на лекционных и практических занятиях экологических дисциплин, таких как «Теория и практика обращения с отходами в компаниях», «Устойчивое управление отходами», «Наилучшие доступные технологии в производстве» и др. Благодаря преимуществам технологий виртуальной и дополненной реальности разработанная программа будет способствовать формированию практических навыков и повышению эффективности обучения у студентов экологического профиля.

Результаты экспериментальной проверки подтверждают основные преимущества иммерсивного метода обучения: наблюдается повышенная мотивация к изучению учебного материала; эффективность занятий, выраженная в высокой академической успеваемости у обучающихся, а также положительная динамика посещаемости на лекционных и практических занятиях. Изучение практических работ с применением виртуальных комплексов переработки отходов позволяет будущим экологам подготовиться к реальной ситуации, способствует формированию таких профессиональных компетенций, как, например, системный анализ процессов, установок и природоохранного оборудования.

Список литературы

1. Kachalov N.A., Velsh A.V., Antonova Z.G., Konyshva A.P., Proshaeva N.V. Application of modern educational technologies at the research university. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 206. No. 1. P. 225-231.

2. Shaidullin R.N., Safiullin L.N., Gafurov I.R., Safiullin N.Z. Blended learning: leading modern educational technologies. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 131. No. 1. P. 105-110.
3. Galvis A.H. Supporting decision-making processes on blended learning in higher education: literature and good practices review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2018. Vol. 15. No. 1. P. 1-38.
4. Castro R. Blended learning in higher education: Trends and capabilities. *Education and Information Technologies*. 2019. Vol. 24. No. 4. P. 2523-2546.
5. Nicolaou C., Masiola M., Kalliris G. Technology-enhanced learning and teaching methodologies through audiovisual media // *Education Sciences*. 2019. Vol. 9. No. 3. P. 196-204.
6. Marks B., Thomas J. Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory. *Education and information technologies*. 2022. Vol. 27. No. 1. P. 1287-1305.
7. Hernandez-de-Menendez M., Escobar Díaz C., Morales-Menendez R. Technologies for the future of learning: state of the art. *Int J Interact Des Manuf*. 2020. Vol. 14. No. 1. P. 683-695.
8. Суворова Т.Н., Михлякова Е.А. Применение технологий 3D-моделирования для персонализации обучения // *Концепт*. 2020. № 5. URL: <http://e-koncept.ru/2020/201038.htm>. (дата обращения: 17.01.2023).
9. Novak E., Wisdom S. Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science. *J. Sci. Educ. Technol. Journal of Science Education and Technology*. 2018. Vol. 27. No. 5. P. 412-432.
10. Xinqi Liul, Young-Ho Sohn, Dong-Won Park. Application development with augmented reality technique using Unity 3D and Vuforia. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2018. Vol. 13. No. 21. P. 15068-15071.
11. Revinova S.U., Lazanyuk I.V. E-Learning Trends and Benefits: Russian Realities. *INTED2021 Proc.* 2021. Vol. 1. P. 1295-1304.
12. Гриншкун В.В., Краснова Г.А. Эффективное использование информационных технологий и другие проблемы совершенствования подготовки высококвалифицированных кадров в аспирантуре // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2018. № 2. С. 135-143.