

МРНТИ 20.01.45
УДК 378.147:004.7

10.51889/2959-5894.2023.83.3.029

П.Қ. Тазабекова^{1*}, Ж.К. Нурбекова², Г.И. Аймичева³, Д.С.Найманова⁴

¹Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

³Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

⁴Торайгыров университет, г. Павлодар, Казахстан

*e-mail: tazabekova.p@qyzpu.edu.kz

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация

Статья посвящена систематическому обзору исследований в области применения сквозных цифровых технологий в образовании на примере AR-технологий. Использование сквозных цифровых технологий предполагает подготовку специалистов в соответствии с требованиями рынка, генерацию идей и разработку цифровых прорывных технологий за счет внедрения международного опыта использования цифровых образовательных технологий и повышения эффективности профессиональной подготовки педагогических кадров. В статье затрагивается одно из направлений сквозных цифровых технологий связанных с применением AR-технологий в образовании. Эффективность и необходимость применения AR-технологий в образовании, с одной стороны, и недостаточная компетентность педагогов в вопросах моделирования 3D-объектов для реализации AR-технологий, отсутствие готовых решений по 3D моделированию и использованию AR-технологий в казахстанском образовании, с другой стороны, вызывает объективную предпосылку для проведения исследований в этой области. Целью статьи является проведение анализа отечественного и зарубежного опыта применения технологий AR в образовании.

Ключевые слова: сквозные цифровые технологии, 3D моделирование, дополненная реальность (AR), будущие учителя информатики.

Аңдатпа

П.Қ. Тазабекова¹, Ж.К. Нурбекова², Г.И. Аймичева³, Д.С.Найманова⁴

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

⁴Торайгыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан

БІЛІМ БЕРУДЕ ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНАЙЫЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ ЖҮЙЕЛІ ШОЛУ

Мақала AR технологиясы мысалында білім берудегі цифрлық технологияларды қолдану саласындағы зерттеулерге жүйелі шолу жасауға арналған. Өтпелі цифрлық технологияларды пайдалану нарық талаптарына сәйкес мамандарды даярлауды, цифрлық білім беру технологияларын пайдаланудың халықаралық тәжірибесін енгізу және педагог кадрларды кәсіби даярлаудың тиімділігін арттыру есебінен идеяларды генерациялауды және цифрлық серпінді технологияларды әзірлеуді көздейді. Мақалада цифрлық технологиялар бағыттарының бірі білім беруде AR технологиясын қолдану қарастырылған. Бір жағынан білім беруде AR-технологиясын қолданудың тиімділігі мен қажеттілігі және AR-технологиясын іске асыру үшін 3D-объектілерді модельдеу мәселелерінде педагогтердің құзыреттілігінің жеткіліксіздігі, екінші жағынан қазақстандық білім беруде AR-технологиясын 3D модельдеу және пайдалану бойынша дайын шешімдердің болмауы осы салада зерттеулер жүргізу үшін объективті алғышарт туғызады. Мақаланың мақсаты білім беруде AR технологиясын қолданудың отандық және шетелдік тәжірибелеріне талдау жүргізу болып табылады.

Түйін сөздер: цифрлық технологиялар, 3D модельдеу, толықтырылған шынайылық (AR), болашақ информатика мұғалімдері.

Abstract

A SYSTEMATIC REVIEW OF RESEARCH ON THE USE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN EDUCATION

Tazabekova P.K.¹, Nurbekova Zh.K.², Aimicheva G.I.³, Naimanova D.S.⁴

¹Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

³L.N. Gumilyov Eurasian national University, Astana, Kazakhstan

⁴Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

The article is devoted to a systematic review of research in the field of application of end-to-end digital technologies in education on the example of AR technologies. The use of end-to-end digital technologies involves training specialists in accordance with market requirements, generating ideas and developing digital breakthrough technologies through the introduction of international experience in the use of digital educational technologies and improving the effectiveness of professional training of teaching staff. The article touches upon one of the directions of end-to-end digital technologies related to the use of AR technologies in education. The effectiveness and necessity of the use of AR technologies in education, on the one hand, and the insufficient competence of teachers in the modeling of 3D objects for the implementation of AR technologies, the lack of ready-made solutions for 3D modeling and the use of AR technologies in Kazakh education, on the other hand, causes an objective prerequisite for research in this area. The purpose of the article is to analysis of domestic and foreign experience of using AR technologies in education.

Keywords: end-to-end digital technologies, 3D modeling, augmented reality (AR), future computer science teachers.

Введение

Высокие темпы глобализации и цифровизации экономики, развитие индустрии 4.0 способствуют развитию и широкомасштабному использованию сквозных цифровых технологий во всех сферах жизнедеятельности человека, в том числе и в системе образования. 3D моделирование, направленное как на проектирование образовательного пространства, так и технологических процессов обучения с применением цифровых технологий, в свою очередь представляет собой основу цифровизации образования. Изучение различных аспектов 3D моделирования существенно расширяет представления обучающихся о сквозных цифровых технологиях, современной науке и технике, обеспечивает позитивный опыт применения цифровых технологий в изучаемых дисциплинах. Поскольку реализация интегрируемости цифровых технологий требует глубоких межпредметных связей, то развитие межпредметных связей позволяет создать информационную базу в виде содержательных задач, решение которых стимулирует освоение сквозных цифровых технологий, создает условия для приобретения навыков творческой деятельности.

Однако статистический анализ исследований в области применения сквозных цифровых технологий в образовании говорит о небольшом количестве разработок в этом направлении в нашей стране, именно адаптированных под казахстанскую систему образования и образовательный контент. Можно предполагать, что данные технологии недостаточно исследованы и мало применяются в учебных заведениях страны в силу ряда причин: само AR производство представляют комплексную задачу и затруднено для создания учителями и исследователями, учителя недостаточно владеют готовым инструментарием по разработке 3D моделей, отсутствуют готовые решения по предварительному моделированию AR-объектов и т. д.

Международные исследования подтверждают, что способность моделировать является все более необходимым навыком для будущих учителей информатики [1-3]. Мировые исследования в области применения сквозных технологий в учебном процессе говорят о их высокой эффективности на разных уровнях образования. Примером могут служить исследования в области физики, астрономии, анатомии, химии и т. д. Было замечено, что благодаря использованию сквозных цифровых технологий обучающиеся отличаются высокой мотивированностью к обучению, могут с легкостью открывать для себя новые знания о сложных и недоступных в реальной жизни процессах, отрабатывая практические навыки [4-5]. Например, исследования показали, что обучающиеся при традиционном методе неправильно усваивали некоторые концепции астрономии и это неправильное понимание оставалось у них на протяжении нескольких лет. Благодаря использованию технологии AR удалось добиться точного понимания концепции астрономии. Известно об эффективности использования технологии AR на уроках химии, где обучающиеся во время экспериментов могут смешивать вещества, не боясь ошибиться и получить нежелательные последствия в случае ошибки. Также, использование AR в системе среднего образования в классах химии, улучшает понимание учащимися макро и микроскопического мира химии, биологии улучшая результаты обучения [6].

Более того, исследователи указывают на целесообразность использования дополненной реальности с соблюдением классических дидактических принципов: наглядности, связи, теории с практикой, осознанности и активности, доступности, прочности, научности, системности и последовательности [7]. С помощью AR-технологий можно повысить характеристики оценочных материалов, добавляя взаимодействие на основе прикосновений, голоса, поля ввода, взгляда и жестов, сохраняя принцип валидности и надежности [8].

По статистике популярной платформы, предоставляющей результаты исследований программного обеспечения SaaS/B2B и финансовых продуктов, Finances Online (<https://financesonline.com/augmented-reality-statistics/>) лучшие на сегодняшний день программные решения для графического дизайна используют элементы дополненной реальности (AR) для реалистичной визуализации. Вместе с тем, в отчете по результатам исследования сферы дополненной реальности представлена информация о мировых масштабах рынка AR, демографические данные о пользователях и объемах использования дополненной реальности в мире, прогнозы отрасли AR и многое другое. Согласно исследованиям Finances Online 70% технологических лидеров ожидают, что рынок дополненной реальности превзойдет рынок виртуальной реальности по доходам, кроме того, 49% из них считают, что это произойдет в течение ближайших 3-5 лет. Это говорит о том, что пользователей AR будет больше, чем VR. Причем AR получит широкое применение не только в играх, где его применение в настоящее время доминирует, но и в различных потребительских и коммерческих приложениях [9].

Таким образом, обзор международных публикаций [1]-[8] и результаты международных исследований по данным Finances Online [9] показали:

- 1) рост популярности и функциональности AR в условиях цифровизации экономики, в том числе и сферы образования;
- 2) эффективность применения AR в образовательном процессе в рамках трансформации образования к цифровому поколению и повышению качества цифрового образовательного контента;
- 3) недостаточную изученность и проработанность научно-методических условий применения и методики обучения разработке AR в рамках подготовки будущих и переподготовки состоявшихся учителей информатики.

Методология исследования

С целью сбора реальных данных был проведен социологический опрос на предмет определения объективной востребованности разработки образовательного портала для обучения 3D моделированию через сквозные цифровые технологии, использования педагогами в учебном процессе инновационной методики с применением 3D моделей, AR объектов и желании педагогов повысить профессиональные навыки по 3D моделированию.

В онлайн-анкетировании приняли участие 97 преподавателей вузов и учителей школ. Анкета состояла из таких вопросов, как «Умеете ли вы моделировать?», «Какие программы знаете для создания AR-объектов?», «Умеете ли вы создавать AR объекты?», «Хотели бы научиться бесплатно технологиям создания и применения AR-объектов?», «Какие порталы или платформы используете для разработки AR объектов?». Ранее полученные результаты опроса показали, что не все учителя умеют разрабатывать AR-средства обучения. Разработкой AR средств обучения владеют только 2% опрошенных (97 респондентов).

Полученные нами результаты опроса показали понимание казахстанскими педагогами необходимости владения современным цифровым навыком моделирования образовательных AR-объектов и желание казахстанских педагогов освоить данный профессиональный навык (90% респондентов положительно ответили на вопрос «Считаете ли вы нужным навык 3D моделирования для создания AR-объектов в учебном процессе и хотите ли вы бесплатно обучаться в удобное для себя время на онлайн-платформе»).

В образовательной среде данный навык актуален при разработке интерактивных средств обучения через применение AR технологий. Известно, что применение AR средств активизирует учебно-познавательную деятельность обучающихся, является одним из самых перспективных и эффективных инструментов. Однако использование таких средств затруднено по ряду причин:

- разработка AR инструментов является трудоемким процессом, включающим моделирование;
- отсутствуют свободно доступные ресурсы по обучению 3D моделированию и применению AR/VR;
- не все учителя умеют разрабатывать AR средства обучения.

Результаты исследования

Статистический анализ исследований в области применения сквозных цифровых технологий в образовании говорит о небольшом количестве разработок в этом направлении в нашей стране, именно адаптированных под казахстанскую систему образования и образовательный контент.

Так анализ публикаций в международной базе Scopus в разрезе стран показывает большое количество исследований в этом направлении в Китае (755 статей), США (441 статей), Индонезии (424 статьи), Индии (339 статьи), Германии (272 статьи), тогда как на сегодняшний день Казахстан занимает 44-ое место в рейтинге публикационной активности (24 статей). Этот результат был получен с помощью наукометрического инструмента библиографической базы данных Scopus – SciVal, предназначенного для анализа публикационной активности.

Можно заметить, что с годами публикационная активность ученых Казахстана по направлению AR увеличилась. В статистическом отчете по данным за 2020-2022 годы составленный в сентябре 2022 года Казахстан стоял на 52-месте против 44 места в текущем году. Это свидетельствует об устойчивом интересе к технологиям AR. График на рисунке 1 наглядно иллюстрирует тенденции в количестве исследований, опубликованных за последние годы по данным на сентябрь 2022 и 2023 года соответственно.

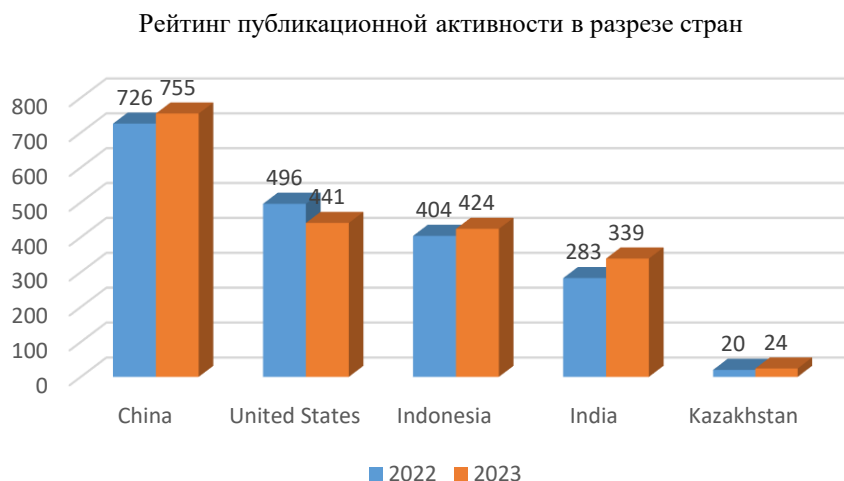


Рисунок 1. Сравнительная характеристика публикационной активности по теме «AR in education» в развитых странах и РК в 2022 и 2023 годах

Для того чтобы умело применять дополненную и виртуальную реальность в учебном процессе важное значение приобретает повышение качества профессиональной подготовки будущего учителя информатики согласно современным вызовам цифровой экономики. Важное значение имеют преподаватели, у которых есть желание использовать AR и которые уже приобрели навыки создания и применения AR-технологий, которые мотивируют их к их использованию.

Мы проанализировали образовательные программы казахстанских вузов по подготовке учителей информатики в целях определения перспектив развития данного направления и для изучения степени и уровня преподавания данного направления в казахстанском образовательном сегменте.

Для проведения анализа образовательного контента по обучению разработке и методике применения AR/VR мы рассмотрели образовательные программы трех вузов Казахстана (см таб.1):

- 1) Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева [10].
- 2) Казахский национальный женский педагогический университет [11];
- 3) Павлодарский педагогический университет имени Ә. Марғұлан [12].

Таблица 1. Анализ образовательных программ

| Образовательная программа | Университет | Наименование дисциплины | Объем кредитов | Описание курса | Профессиональные компетенции | Результат обучения |
|---------------------------|---|---|----------------|--|--|---|
| 6B01511-Информатика | ЕНУ им. Л.Н. Гумилева | ПД КВ «Виртуальная и дополненная реальность» | 5 | Данный курс направлен на формирование навыков разработки AR/VR приложений на платформе Unity; реализация приложения AR/VR на с# загрузка; отображение 3D моделей, их анимации и материалов | Способность создавать 3D объекты; владение навыками программной реализации для AR/VR | Уметь моделировать и преобразовывать информационные объекты; овладеть навыками разработки в области AR/VR |
| 6B01506-Информатика | КазНацЖеНПУ | БД КВ Технологии мобильного программирования и дополненная реальность | 5 | В курсе рассматриваются технологии программирования и разработки приложений в различных мобильных операционных системах, а также теоретические концепции разработки дополненной реальности | Использует предметные и междисциплинарные знания для решения прикладных задач; Знает принципы и технологии создания мобильных приложений и приложений дополненной реальности; Разрабатывает мобильные приложения и приложения дополненной реальности | В ходе курса студенты овладевают навыками проектирования, разработки и программирования мобильных и дополненных реальных приложений и игр |
| 6B01530 – Информатика | Павлодарский педагогический университет имени Э. Маргулан | БД КВ 3D моделирование и дополненная реальность | 8 | Курс направлен на овладение основами знаний по дополненной реальности, изучение методов создания приложений дополненной реальности | Применяет знания из области вычислительной техники и программирования, компьютерного моделирования; практикует основные методы компьютерного моделирования | Создания объектов дополненной реальности в ROAR; основы работы с SDK Unity 3D и Vuforia; создание приложений в SDK Vuforia |

Следует отметить, что в настоящее время существуют альтернативные образовательные ресурсы, представленные зарубежными онлайн МООС-платформами. В таблице 2 отобраны бесплатные и платные онлайн-курсы по AR/VR, но не все курсы охватывает все этапы проектирования AR/VR.

Также, можно отметить, что курсы Coursera платные, аналогичные курсы по разработке AR/VR предлагают такие университеты как: University of London; University of Glasgow; Columbia University; University of Michigan; Yonsei University. Некоторые бесплатные курсы Coursera представлены ниже.

Таблица 2 Анализ зарубежных онлайн-курсов по разработке AR/VR

| Название онлайн-платформы | Название курса | Цель и результат обучения | Стоимость курса | URL-адрес платформы/сайта |
|------------------------------|--|--|---|---|
| Coursera | Getting started with Augmented Reality | - Все об основных продуктах и технологиях AR; - Создать различные приложения дополненной реальности с использованием браузера дополненной реальности и инструментов разработки | Бесплатно | https://www.coursera.org |
| Coursera | Introduction to Augmented Reality and ARCore | На этом занятии вы познакомитесь с основами дополненной реальности (AR) и с тем, как создать AR-интерфейс, используя Hardcore | Бесплатно | https://www.coursera.org |
| Digital-academy онлайн-школа | Разработка AR/VR | - Разрабатывать AR-приложения с использованием маркерного и безмаркерного трекинга (ARKit/ARCore); - Проектировать и разрабатывать VR-приложения для мобильного и PC | Платно 149 700 ₽/мес, 12 мес обучения | https://digital-academy.ru/schools |
| Платформа Skillbox | Разработчик AR/VR с нуля до PRO | Овладеть навыками Unity, тонкости работы с 3D и программирование на C# для AR/VR | Платно 768897/мес, 12 мес обучения | https://skillbox.ru |
| Udemy | Learn to create WebXR, VR and AR, experiences using Three.JS | Создавать приложения виртуальной и дополненной реальности, которые работают в браузере; Использовать библиотеку Three JS для создания этих приложений; Разработка AR-приложений, поддерживающих тестирование в реальном мире | Платно 64,99 \$ | https://www.udemy.com |

Анализ содержания образовательных программ учителей информатики казахстанских вузов по разработке и применению AR в образовательном процессе показал недостаточную проработанность образовательной траектории по обучению и успешному применению AR в учебном процессе в качестве профессионального инновационного инструмента учителей информатики.

В образовательных программах встречаются некоторые недоработки:

- 1) Не учтены пререквизиты дисциплины;
- 2) Две разные образовательные технологии объединены в одну дисциплину: технология мобильного программирования и дополненная реальность.

Обзор и анализ содержания МООС-курсов по обучению AR также показывает их ограничение в доступности широкому классу казахстанских учителей информатики ввиду высокой стоимости или ограничения знаний английского языка. Кроме того, образовательный контент зарубежных платформ не учитывает социокультурные, национальные и методологические особенности казахстанской образовательной системы.

Одним из важных вопросов при проектировании курса обучения разработке и применения AR в качестве педагогического инструментария с целью достижения запланированного результата обучения, является отбор содержания образовательного контента в соответствии с алгоритмом применения AR-технологий. На рисунке 2 показаны этапы применения разработки AR-технологий, которые следует принять во внимание при проектировании содержательной линии образовательной траектории обучения AR-технологии в рамках формирования профессиональных компетенций и совершенствования подготовки учителей информатики.

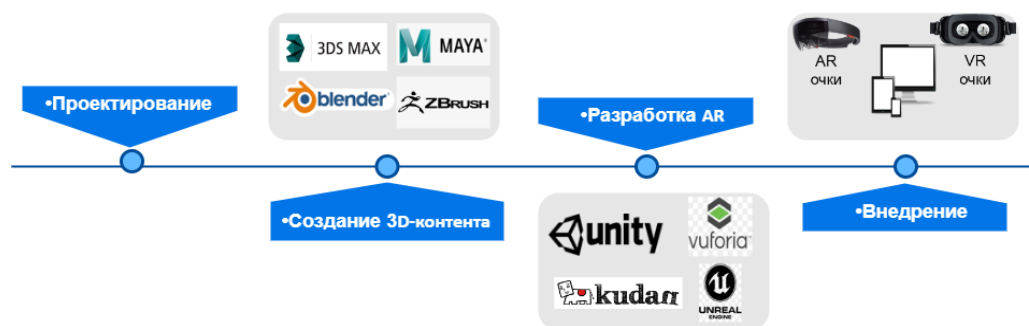


Рисунок 2. Этапы разработки AR

Заключение

Разработка AR инструментов является трудоемким процессом, включающим моделирование. Для успешной реализации, внедрения и применения AR в образовании необходимо иметь свободно доступные ресурсы по обучению 3D моделированию и эффективному применению AR.

Анализ образовательных программ и научных публикаций показал, что в Казахстане недостаточно проработаны вопросы отбора содержания, методологические и методические вопросы эффективного применения AR-технологий в образовании. Наряду с этим, казахстанские учителя не умеют моделировать 3D объекты, что является необходимым навыком для создания и применения AR-технологий. К числу нерешенных вопросов можно отнести и вопрос проектирования системы формирования профессиональной компетенций учителя информатики по разработке и применения AR-технологий в образовательном процессе. Эффективность и необходимость применения AR технологий в образовании, с одной стороны, и недостаточная компетентность педагогов в вопросах моделирования 3D-объектов для реализации AR-технологий, отсутствие готовых решений по моделированию и использованию AR-технологий в казахстанском образовании, с другой стороны, вызывает объективную предпосылку для проведения исследований в этой области.

Для теоретического исследования методологии применения AR в образовательном процессе и изучения методики обучения педагогических кадров разработке AR наиболее целесообразным является разработка образовательного портала. В рамках решения обозначенной проблемы, благодаря содержанию образовательного контента, платформа выступает в качестве:

1. Автономного и легкодоступного самостоятельного инструмента обучения, пользователями которого выступают разные категории обучаемых: студенты педагогических специальностей и учителя общеобразовательных школ;
2. Инструмента сбора учебной аналитики по результатам обучения и оценивания учебных проектов, выполненных обучаемыми;
3. Инструмента сбора и обработки обратной связи полученной от обучаемых в результате анкетирования и опросов.

Информация о финансировании. Это исследование выполнено в рамках грантового финансирования проекта (грант ИРН AP19175729) от Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список использованной литературы:

- 1 “Zspace applications.” [Online]. Available: <https://zspace.com/apps/>
- 2 M. Strzys, S. Kapp, M. Thees, P. Klein, P. Lukowicz, P. Knierim, A. Schmidt, and J. Kuhn, “Physics holo. Lab learning experience: using smartglasses for augmented reality labwork to foster the concepts of heat conduction,” *European Journal of Physics*, vol. 39, no. 3, p. 035703, 2018.
- 3 “Human anatomy atlas offers augmented reality,” 2018. [Online]. Available: <https://www.visiblebody.com>
- 4 Hadi Ardiny, *The Role of AR and VR Technologies in Education Developments: Opportunities and Challenges*, 6th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (IcRoM), 2018
- 5 Tolganbaiuly T., Tazabekova P., Abildinova G., Nurbekov B. Enhance Students’ Motivation to Learn programming through projects, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, Vol 15, No 21 (2020), p.133-144 *Scopus Квартиль – Q2, Процентиль – 52 (Social sciences: Education)*
- 6 Toledo Morales Purificación, García José Manuel. Use of Augmented Reality in Social Sciences as Educational Resource // *Turkish Online Journal of Distance Education*. – 2018. – Vol. 19. – P. 38-52
- 7 Nurbekova, Zh., Baigusheva, B. (2020) On the Issue of Compliance with Didactic Principles in Learning using Augmented Reality, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, Vol. 15, No. 15, pp. 121-132, <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.14399>
- 8 Sembayev, T., Nurbekova, Z., Abildinova, G. The Applicability of Augmented Reality Technologies for Evaluating Learning Activities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2021, 16(22), 189–207
- 9 Vital Augmented Reality Statistics: 2023 Market Share & Data Analysis <https://financesonline.com/augmented-reality-statistics/>
- 10 Образовательная программа по направлению 6B01511-Информатика, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Электронный ресурс. <http://enu.kz, 2023>
- 11 Образовательная программа по направлению 6B01506-Информатика. КазНацЖенПУ. Электронный ресурс. <https://kazmkpu.kz/ru/, 2023>
- 12 Образовательная программа по направлению 6B01530 – Информатика, Павлодарский педагогический университет имени Ә. Марғұлан. Электронный ресурс. <https://ppu.edu.kz/kz/, 2023>

References:

- 1 “Zspace applications.” [Online]. Available: <https://zspace.com/apps/>
- 2 M. Strzys, S. Kapp, M. Thees, P. Klein, P. Lukowicz, P. Knierim, A. Schmidt, and J. Kuhn, “Physics holo. Lab learning experience: using smartglasses for augmented reality labwork to foster the concepts of heat conduction,” *European Journal of Physics*, vol. 39, no. 3, p. 035703, 2018.
- 3 “Human anatomy atlas offers augmented reality,” 2018. [Online]. Available: <https://www.visiblebody.com>
- 4 Hadi Ardiny, *The Role of AR and VR Technologies in Education Developments: Opportunities and Challenges*, 6th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (IcRoM), 2018
- 5 Tolganbaiuly T., Tazabekova P., Abildinova G., Nurbekov B. Enhance Students’ Motivation to Learn programming through projects, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, Vol 15, No 21 (2020), p.133-144 *Scopus Квартиль – Q2, Процентиль – 52 (Social sciences: Education)*
- 6 Toledo Morales Purificación, García José Manuel. Use of Augmented Reality in Social Sciences as Educational Resource // *Turkish Online Journal of Distance Education*. – 2018. – Vol. 19. – P. 38-52
- 7 Nurbekova, Zh., Baigusheva, B. (2020) On the Issue of Compliance with Didactic Principles in Learning using Augmented Reality, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, Vol. 15, No. 15, pp. 121-132, <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.14399>
- 8 Sembayev, T., Nurbekova, Z., Abildinova, G. The Applicability of Augmented Reality Technologies for Evaluating Learning Activities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2021, 16(22), 189–207
- 9 Vital Augmented Reality Statistics: 2023 Market Share & Data Analysis <https://financesonline.com/augmented-reality-statistics/>
- 10 Educational program in the direction 6B01511-Computer Science [Educational program in the direction 6B01511- Informatics]. L.N. Gumilyov Eurasian national University. Electronic resource. <http://enu.kz, 2023>. (In Russian)
- 11 Educational program in the direction 6B01506-Computer Science [Educational program in the direction 6B01506- Informatics]. Kazakh National Women’s Teacher Training University. Electronic resource. <https://kazmkpu.kz/ru/, 2023>. (In Russian)
- 12 Educational program in the direction 6B01530 – Информатика [Educational program in the direction 6B01530- Informatics], Margulan University. Electronic resource. <https://ppu.edu.kz/kz/, 2023>. (In Russian)