

Модели использования иммерсивных технологий обучения в деятельности учителя информатики¹

А.И. Азевич

Московский городской педагогический университет
Российская Федерация, 127521, Москва, ул. Шереметьевская, 29

Аннотация. *Проблема и цель.* Виртуальная, дополненная, смешанная реальность и дополненная виртуальность становятся неотъемлемыми атрибутами иммерсивной образовательной среды, располагающими к непрерывному обучению и всестороннему развитию. Актуальность исследования моделей использования иммерсивных технологий в деятельности учителя информатики не вызывает сомнений, ведь, по сути, они являются реальным воплощением новых методических идей и подходов. *Методология.* В процессе исследования проведен анализ моделей иммерсивных технологий обучения для практической деятельности учителя информатики. На его основе предложен набор компьютерных инструментов и оборудования, позволяющих внедрить иммерсивные технологии в образовательную практику. *Результаты.* Представлены методические рекомендации по применению технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности как на уроках информатики, так и во внеурочное

¹ Статья подготовлена в рамках проекта РФФИ 19-29-14153 «Фундаментальные основы трансформации содержания и методов общего образования в результате использования учащимися технологии дополненной виртуальности (на примере обучения информатике)».

время. Определены ключевые темы программы по информатике, в которых целесообразно использовать иммерсивные технологии. Сформулированы методологические подходы к трансформации обучения информатики в условиях цифровизации образования. *Заключение.* Итоги исследования свидетельствуют, что иммерсивные технологии обучения могут успешно применяться как на уроках информатики, так и во внеурочной время. Они не только способствуют погружению учащихся в интерактивную среду, но и повышают интерес, мотивацию и качество их знаний. Уроки с использованием иммерсивных технологий открывают перед учителем информатики новые возможности для профессионального роста, методического и предметного самосовершенствования.

Ключевые слова: иммерсивные технологии обучения; виртуальная, дополненная и смешанная реальность; дополненная виртуальность; урок информатики, методика обучения информатике.

История статьи. Поступила в редакцию: 15 декабря 2020 г.; принята к публикации: 29 января 2021 г.

Для цитирования: Азевич А.И. Модели использования иммерсивных технологий обучения в деятельности учителя информатики // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2021. Т. 18. № 2.

Models of Using Immersive Teaching Technologies in the Practical Activity of a Teacher of Informatics

Alexey I. Azevich

Moscow City University

29 Sheremet'yevskaya St, Moscow, 127521, Russian Federation

Abstract. *Problem and the purpose.* Virtual, augmented mixed reality and augmented virtuality are becoming integral attributes of the immersive educational environment, disposed to continuous learning and comprehensive development. The relevance of the study of models of using immersive technologies in the activities of a computer science teacher is beyond doubt, because, they are the real embodiment of new methodological ideas and approaches. *Methodology.* In the course of the research, the analysis of models of immersive learning technologies for the practical activities of a computer science teacher was carried out. On its basis, a set of computer tools and equipment has been proposed that allows introducing immersive technologies into educational practice. *Results.* Methodological recommendations on the use of virtual, augmented and mixed reality technologies both in informatics lessons and after school hours are presented. The key topics of the computer science program, in which it is advisable to use immersive technologies, have been identified. Methodological approaches to the transformation of informatics teaching in the context of digitalization of education have been formulated. *Conclusion.* The results of the study indicate that immersive learning technologies can be successfully applied both in informatics lessons and outside the classroom. They not only contribute to the immersion of students in an interactive environment, but also increase the interest, motivation and quality of their knowledge. Lessons using immersive technologies open up new opportunities for a computer science teacher for professional growth, methodological and subject self-improvement.

Key words: immersive learning technologies; virtual, augmented, and mixed reality; augmented virtuality; informatics lesson, informatics teaching methods.

History of the article. Received by: 15 December 2020; accepted for publication: 29 January 2021.

For citation. Azevich A.I. Models of using immersive learning technologies in the activities of a teacher of informatics. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2021; 18 (2):

Постановка проблемы. В последние годы технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности активно используются в промышленно-производственной сфере. Вместе с тем они не менее интенсивно применяются и в образовании. Согласно статистике, в 2016 году в образовательные VR-технологии было инвестировано около 700 миллионов долларов. Эта тенденция сохраняется и сегодня. Что касается нашей страны, то по данным центра НТИ ДВФУ, на российском рынке VR-услуг работают уже около 15 компаний, предлагающих программно-технические продукты для образовательных учреждений.

Немалые вложения в перспективные технологии свидетельствуют об их эффективности и востребованности. Благодаря им школьная практика обретает новое качество, а образовательная среда — уникальные инструменты взаимодействия. Выясним, что представляет собой иммерсивная среда обучения и каковы ее дидактические преимущества. Понятие *иммерсивности* связано с погружением, понимаемым как некий комплекс приемов и методов, основанных на игре, вовлеченности и максимальной фокусировки учащихся. Одна из традиционных методик заключается во «вживании» в учебную среду, предполагающее активное чувственное восприятие, усиленное вербальным, тактильным и сенсорным взаимодействием с изучаемым объектом.

Иммерсивные технологии, появившиеся несколько десятилетий назад, постоянно развиваются и совершенствуются. В настоящее время существуют разные их виды. Начнем с виртуальной реальности.

Виртуальная реальность — это интерактивная среда, в которой пользователь ощущает ее всеобъемлющее влияние, взаимодействует с разнообразной информацией, получаемой через каналы восприятия. Отличие *дополненной реальности* от виртуальной в том, что в ней контент цифрового формата накладывается на реальную пользовательскую среду. В *смешанной реальности* виртуальные объекты не только помещаются в реальную среду, но непосредственно взаимодействуют с ней. *Дополненная виртуальность* —

это виртуальная реальность, в которой присутствуют реальные объекты. Ее можно назвать видом смешанной реальности.

Под *иммерсивными технологиями* будем понимать совокупность программно-технических средств, способствующих погружению обучающегося в искусственно созданную среду, — виртуальную реальность. Здесь уместно привести понятие образовательной среды. Их, кстати, насчитывают около десятка. Приведем следующее. *Образовательная среда* — это комплекс информационных, технических, методологических средств и инфраструктурных элементов, формирующих условия для успешной учебной и воспитательной деятельности.

Учитывая активное влияние иммерсивных технологий на трансформацию процессов обучения, определим иммерсивную образовательную среду таким образом. *Иммерсивная образовательная среда* — это специальным образом организованная среда, в которой иммерсивные технологии выступают ведущим инструментом организации учебно-познавательной деятельности. Образовательную среду невозможно представить без урока, в котором, как в зеркале, отражаются инструменты и технологии, реализующие поставленные задачи. В современной методической литературе трудно найти разработки уроков, в которых можно было бы оценить роль иммерсивных средств в обучении, а также их место в содержании и структуре занятий.

Проблема разработки моделей обучения с использованием иммерсивных технологий заключается не только в определении ее структурных элементов, но в анализе условий, в которых она может быть реализована.

Методы исследования. Среди заключений о дидактических преимуществах иммерсивных технологий стоит выделить мнение Я.Г. Подкосовой, О.О. Варламова, А.В. Остроуха и М.Н. Краснянского [11]. Они считают, что виртуальная реальность открывает уникальные возможности для исследования микроскопических предметов с одной

стороны и визуализации пространственных связей макроскопических объектов с другой.

Иммерсивные технологии обучения позволяют воспринимать процессы и явления непосредственно органами чувств, причем наглядно и динамично. Например, сложные химические опыты, которые невозможно провести в обычном школьном классе, в виртуальной реальности выглядят естественно и понятно. С помощью технологий виртуальной, смешанной и дополненной реальности можно создавать такие объекты и формы, которых нет в реальном мире. Благодаря этому можно работать с абстрактной информацией и многомерными моделями, ориентированными на любой школьный предмет, в том числе информатику.

Анализ применения иммерсивных технологий невозможно провести без уточнения целей обучения информатике в школе. Они заключаются в том, чтобы передать основы фундаментальных знаний науки, прежде всего о процессах преобразования, передачи и использования информации, раскрыть перед учащимися значение информационных процессов в формировании научной картины мира, роль информационных и телекоммуникационных технологий и вычислительной техники в развитии современного общества.

В настоящее время глобализация и информатизация общества заставляют взглянуть по-новому на процессы обучения информатике. Это связано с тем, что иммерсивные технологии содержат огромный дидактический потенциал, который должен быть нацелен, прежде всего, на повышение качества знаний учащихся. В то же время, пока еще нет сбалансированной и системной методики обучения с использованием технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности.

Для того, чтобы определить подходы к обучению информатики с использованием VR-технологий, необходимо исследовать модели, обосновывающие связь содержания, методов его реализации и особенности восприятия учебного материала.

Одна из моделей, включающая эти важнейшие компоненты, представлена на рисунке 1.

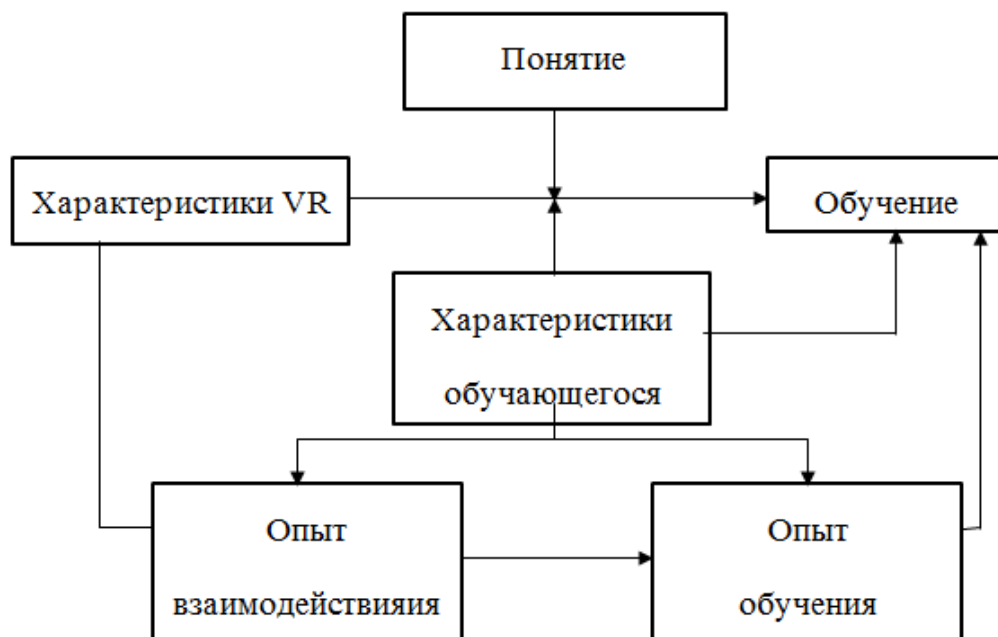


Рис.1. Модель реализации понятия с помощью VR-технологий

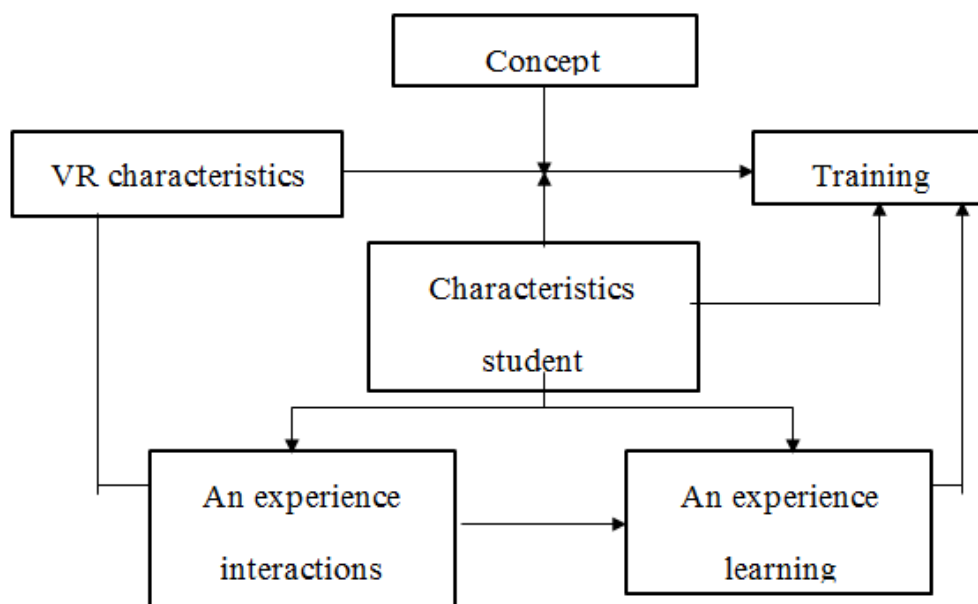


Fig. 1. Model of the concept implementation using VR technologies

Понятие — ключевой элемент содержания любого предмета. Порядок его введения, детализация компонентов и место в школьном курсе должны отвечать целям и задачам обучения. Понятие должно соответствовать разделу программы и учитывать специфику возраста учащегося. Его важно связывать с практическим применением, с организацией процесса обучения, с приобретением и накоплением познавательного опыта, с освоением компьютерных инструментов и технологий.

Так, например, простейшая система дополненной реальности, которая может быть использована на уроке информатики, включает следующие компоненты: бумажные маркеры-рисунки, веб-камеру, программное обеспечение. Веб-камера смартфона считывает маркер, а специальное приложение выводит на экран объект дополненной реальности и отслеживает его перемещения в реальном пространстве.

Говоря об особенностях применения иммерсивных технологий в обучении информатике, следует ориентироваться на *дидактический дуализм*, который проявляется в двух подходах. Первый подразумевает создание объектов и сценариев виртуальной, дополненной или смешанной реальности непосредственно в учебной деятельности. В этом случае модель должна раскрывать суть реализуемой методики, описывающей процесс изучения определённого *объекта, предмета* или явления.

Второй подход связан с построением модели, описывающей иммерсивные технологии как *средство* обучения, применяемое на уроках или во внеурочной деятельности. Суть двустороннего подхода может быть представлена в виде схемы (рис.2). Связаны ли эти подходы между собой? Уточним вопрос: можно ли использовать средства виртуальности реальности для разработки сценариев искусственной среды? Вполне возможно. В самом деле, если ученик готовит проект виртуальной реальности, почему бы в качестве средства обучения не использовать одну из иммерсивных технологий.

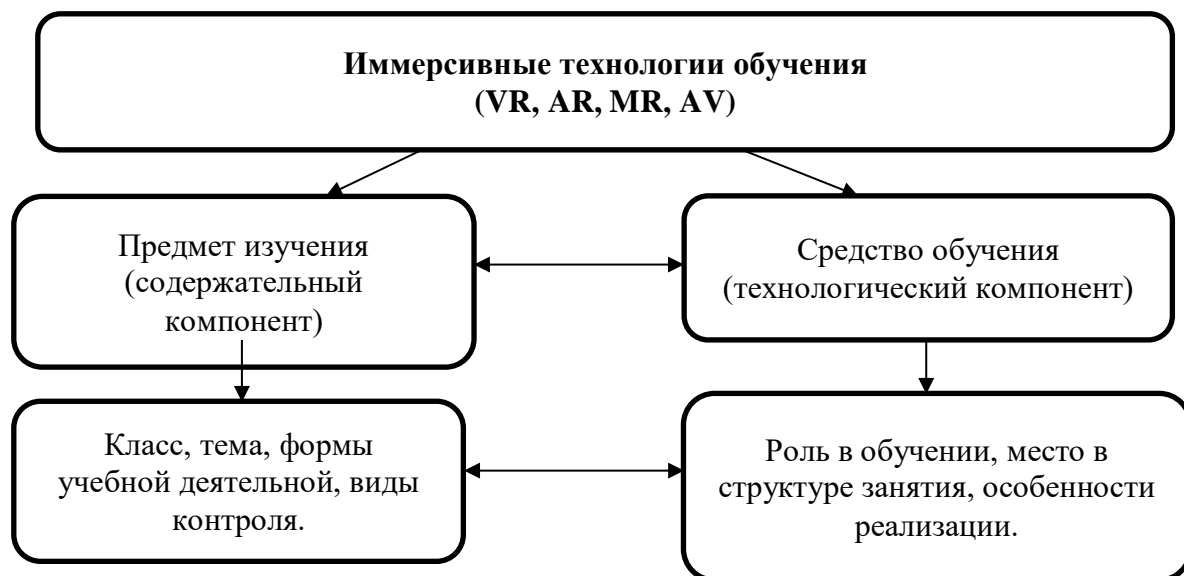


Рис. 2. Дидактический дуализм иммерсивных технологий

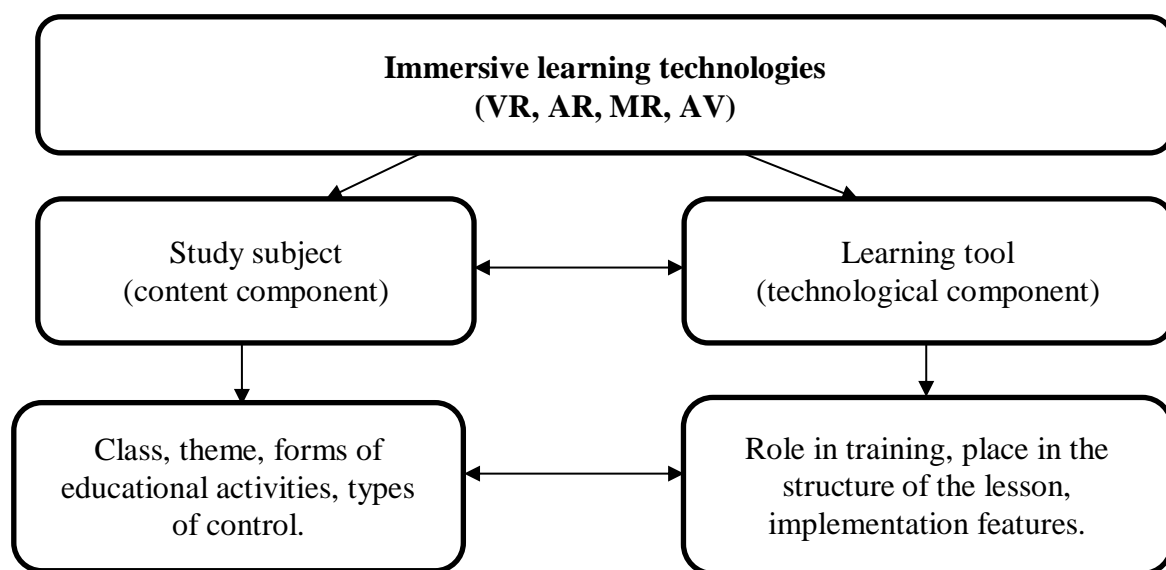


Fig. 2. Didactic dualism of immersive technologies

Это развивает познавательную активность, пространственное и логическое мышление учащихся. Трехмерное, анимированное стереоскопическое изображение объектов, передающее объем, размеры, динамику движения, демонстрируемое в реальном пространстве и времени, переносится в виртуальное поле за счет системы позиционирования,

функционирующей через специальные датчики. Благодаря компиляции многих технологических решений происходит восприятие виртуальных элементов точно так же, как и реальных. Это — главное дидактическое преимущество иммерсивных технологий.

Среди наиболее распространенных VR-технологий, которые могут быть использованы учителем, конструирование и применение QR-кодов. Она позволяет организовывать индивидуальную и групповую работу как на уроке, так и после него. Ученики могут использовать собственные смартфоны и планшеты в ходе выполнения различных практических заданий.

Не менее значимая технология реализуется другим инструментом — приложением HP Reveal. С его помощью формируются ауры изображений. При наведении на них экрана смартфона происходит демонстрация виртуальных объектов. Это происходит за счет камеры телефона, GPS, акселерометра и других средств идентификации предметов.

Одна из наиболее подходящих тем курса информатики, где могут быть использованы иммерсивные технологии, — информационное моделирование. Здесь можно показать эффективность VR-средств для создания различных моделей. Для внеклассной работы следует применять обзорно-исследовательский подход. Его суть заключается в подготовке творческих проектов, посвященных созданию и использованию иммерсивных технологий.

Однако, наиболее серьезные задачи стоят перед учителем, преподающим в классах с углубленным изучением информатики. К ним можно отнести следующие: формирование навыков работы со специальным оборудованием, программным обеспечением и получение системных знаний в области программирования. При разработке программы по информатике в нее следует включить следующие темы: «Основы приложения Unity», «Базовые понятия C#», «Основы 3D-моделирования» и другие. Стратегия обучения должна заключаться в том, чтобы ученики приобрели прочные навыки

конструирования и программирования, развили креативное и системное мышление.

Нельзя забывать о том, что процесс обучения будет эффективным, если он обеспечен содержательно-методически и технологически. Это означает, что учебный класс, в котором используются иммерсивные технологии или создаются виртуальные объекты, должен быть оборудован соответствующим образом. Речь идет о VR-шлемах, панорамных камерах, программном обеспечении, библиотеке готовых виртуальных моделей и т. д.

В условиях глубокой трансформации образования невозможно не учитывать серьезные процессы обновления содержания и технологий, изучаемых в курсе информатики. В связи с этим нужны новые подходы, направленные на расширение и углубление знаний в этой предметной области.

Один из них заключается в формировании прикладных компетенций, которыми должен обладать школьник, которому предстоит жить и работать в совершенно иной социально-культурной и образовательной среде.

Результаты и обсуждение. Для формирования иммерсивной среды учителю информатики важно не только использовать современное оборудование, но и моделировать образовательные процессы, применять новые методические подходы и стратегии.

Среди наиболее важных тем курса, в которых целесообразно использовать иммерсивные технологии, стоит выделить следующие.

Представление и кодирование информации.

Программно-аппаратное обеспечение компьютера.

Алгоритмизация и программирование.

Формализация и моделирование.

Информационные технологии.

Естественно, круг обозначенных тем может быть расширен, исходя из образовательных целей и методических предпочтений учителя, а также условий, в которых осуществляется учебный процесс.

При разработке программы курса следует учитывать, что интерактивные мультимедийные технологии стремительно развиваются. Это требует применения новых интерфейсов взаимодействия и конструирования интерактивных образовательных сред. Одним из перспективных направлений их изучения и использования являются иммерсивные технологии, которые повышают качество учебного процесса, а также динамичность, последовательность, широкую наглядность и методическое многообразие.

Заключение. Обучение в иммерсивной образовательной среде — это современный образовательный тренд, о котором надо знать учителю информатики и, конечно, не только знать, но и понимать, совершенствуя учебно-методическую деятельность. Педагог должен активно использовать дидактические преимущества новых технологий: полное погружение в материал, фокусировку на учебной проблеме, максимальную вовлеченность в процесс, отвлечение от внешних факторов и обстоятельств, самостоятельное режиссирование виртуального пространства.

Цифровая трансформация — важнейшая черта современного образования. Она должна быть в поле зрения учителя информатики. Ему необходимо планировать и осуществлять учебно-познавательную деятельность в условиях широкого внедрения цифровых учебно-методических комплексов, учебных симуляторов, виртуальных лабораторий и VR-модулей. Эти современные средства служат развитию цифровой грамотности учащихся, формированию их информационной культуры и научного мировоззрения.

© Азевич А.И., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Список литературы

- [1] Азевич А.И. Иммерсивные технологии обучения: пространство возможностей // Горизонты и риски образования в условиях системных изменений и трансформации: сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции. М.: Международная академия наук педагогического образования, 2020. С. 227—230.
- [2] Азевич А.И. Иммерсивные технологии как средство визуализации учебной информации // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2020. № 2 (52). С. 35—43.
- [3] Азевич А.И. Дополненная реальность и дополненная виртуальность как виды иммерсивных технологий // Фундаментальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования: сборник тезисов докладов международной научной конференции, посвященной 180-летию педагогического образования в г. Ельце. 2020. С. 116—118.
- [4] Азевич А.И. Иммерсивные образовательные среды: проектирование, конструирование, использование // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы IV Международной научной конференции (г. Красноярск, 6–9 октября 2020 г.). Красноярск: СФУ, 2020. Ч. 2. С. 357—361.
- [5] Азевич А.И. Виртуальная реальность как имитационная модель // Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке: сборник материалов IX Международной научно-методической конференции, посвященной 75-летию профессора Е.Ы. Бедайбекова и 35 школьной информатики. Алматы: КазНПУ им. Абая, 2020. С. 166—171.
- [6] Баженова С.А. Изменение содержание школьного курса информатики под влиянием развития иммерсивных технологий // Информатизация

образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы IV Международной научной конференции (г. Красноярск, 6–9 октября 2020 г.). Красноярск: СФУ, 2020. Ч. 2. С. 367—371.

- [7] Гриншкун А.В. Возможности использования технологий дополненной реальности при обучении информатике школьников // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2014. № 3 (29). С. 87—93.
- [8] Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и рискменеджмент. 2018. № 3 (108). С. 88—107.
- [9] Елисеева М.А. Топология медиа: от дополненной реальности к реальности дополненной // Вестник развития науки и образования. 2019. № 2. С. 83—90.
- [10] Мильгевская Е. А., Седёлкин И. С., Седёлкина Ю.С. высокие технологии и инновации в науке // Сборник избранных статей Международной научной конференции. СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. С. 53—58.
- [11] Подкосова Я.Г., Варламов О.О, Остроух А.В., Краснянский М.Н. Анализ перспектив использования технологий виртуальной реальности в дистанционном обучении // Вопросы современной науки и практики. 2011. № 2 (33). С. 104—111.
- [12] Селиванов В. В., Селиванова Л. Н. Эффективность использования виртуальной реальности при обучении в юношеском и взрослом возрасте // Непрерывное образование: XXI век. 2015. №. 1 (9). С. 133—152.
- [13] Azevich A.I. (2019). Virtual reality: educational and methodological aspects // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2019. Том 16. № 4. С. 338—350.

- [14] Goldman S. The real deal with virtual and augmented reality. URL: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/virtual-and-augmented-reality.html> (дата обращения: 10.12.2020).
- [15] Radkowski Rafael (2015). Investigation of Visual Features for Augmented Reality Assembly Assistance // International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality. Springer. 2015. Pp. 488—498.

References

- [1] Azevich A.I. Immersivnye tekhnologii obucheniya: prostranstvo vozmozhnostej [Immersive learning technologies: the space of possibilities]. *Gorizonty i riski obrazovaniya v usloviyah sistemnyh izmenenij i transformacii* [*Horizons and risk education in a systemic change and transformation*]: sbornik nauchnyh trudov XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. M.: Mezhdunarodnaya akademiya nauk pedagogicheskogo obrazovaniya, 2020. p. 227—230.
- [2] Azevich A.I. Immersivnye tekhnologii kak sredstvo vizualizacii uchebnoj informacii [Immersive technology as a means of visualization of educational information]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizacija obrazovaniya* [*Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series: Informatics and Informatization of Education*]. 2020; 2 (52): 35—43.
- [3] Azevich A.I. Dopolnennaya real'nost' i dopolnennaya virtual'nost' kak vidy immersivnyh tekhnologij [Augmented reality and augmented virtuality as types of immersive technologies]. *Fundamental'nye problemy obucheniya matematike, informatike i informatizacii obrazovaniya* [*Fundamental problems of teaching mathematics, informatics and informatization of education*]: sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj 180-letiyu pedagogicheskogo obrazovaniya v g. El'ce. 2020. p. 116—118.

- [4] Azevich A.I. Immersivnye obrazovatel'nye sredy: proektirovanie, konstruirovaniye, ispol'zovaniye [Immersive educational environments: design, construction, use]. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronnoy obucheniya* [Informatization of education and methods of electronic learning: digital technologies in education]: *tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Krasnoyarsk, 6–9 oktyabrya 2020 g.)*. Krasnoyarsk: SFU, 2020; 2: 357—361.
- [5] Azevich A.I. Virtual'naya real'nost' kak imitatsionnaya model' [Virtual reality as a simulation model]. *Matematicheskie modelirovaniye i informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii i nauke* [Mathematical modeling and information technologies in education and science]: *sbornik materialov IX Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 75-letiyu professora E.Y. Bedajbekova i 35 shkol'noy informatiki*. Almaty: KazNPU im. Abaya, 2020. p. 166—171.
- [6] Bazhenova S.A. Izmeneniye soderzhanie shkol'nogo kursa informatiki pod vliyaniem razvitiya immersivnykh tekhnologiy [Change in the content of the school course of informatics under the influence of the development of immersive technologies]. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronnoy obucheniya* [Informatization of education and methods of electronic learning: digital technologies in education]: *tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Krasnoyarsk, 6–9 oktyabrya 2020 g.)*. Krasnoyarsk: SFU, 2020; 2: 367—371.
- [7] Grinshkun A.V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya tekhnologiy dopolnennoy real'nosti pri obuchenii informatike shkol'nikov [The possibilities of using augmented reality technologies in teaching informatics to schoolchildren]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo peda-gogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya* [Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series: Informatics and Informatization of Education]. 2014; 3 (29): 87—93.

- [8] Ivanova A.V. Tekhnologii virtual'noj i dopolnennoj real'nosti: vozmozhnosti i prepyatstviya primeneniya [Technologies of virtual and augmented reality: opportunities and obstacles of application]. *Strategicheskie resheniya i riskmenedzhment* [Strategic decisions and risk management]. 2018; 3 (108): 88—107.
- [9] Eliseeva M.A. Topologiya media: ot dopolnennoj real'nosti k real'nosti dopolnennoj [Topology of media: from augmented reality to augmented reality]. *Vestnik razvitiya nauki i obrazovaniya* [Bulletin of the Development of Science and Education]. 2019; 2: 83—90.
- [10] Mil'gevskaya E. A., Sedyolkin I. S., Sedyolkina YU.S. vysokie tekhnologii i innovacii v nauke [High technologies and innovations in science]: Sbornik izbrannyh statej Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. SPb.: GNII «Nacrazvitie», 2020. p 53—58.
- [11] Podkosova YA.G., Varlamov O.O, Ostrouh A.V., Krasnyanskij M.N. Analiz perspektiv ispol'zovaniya tekhnologij virtual'noj real'nosti v distancionnom obuchenii [Analysis of prospects for using virtual reality technologies in distance learning]. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki* [Questions of modern science and practice]. 2011; 2 (33): 104—111.
- [12] Selivanov V. V., Selivanova L. N. Effektivnost' ispol'zovaniya virtual'noj real'nosti pri obuchenii v yunosheskom i vzrosлом vozraste [Efficiency of using virtual reality in teaching in youth and adult age]. *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek* [Continuous education: XXI century]. 2015; 1 (9): 133—152.
- [13] Azevich A.I. (2019). Virtual reality: educational and methodological aspects [Virtual reality: educational and methodological aspects]. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Informatizaciya obrazovaniya* [Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization in Education]. 2019;16 (4): 338—350.

- [14] Goldman S. The real deal with virtual and augmented reality. URL: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/virtual-and-augmented-reality.html> (data obrashcheniya: 10.12.2020).
- [15] Radkowski Rafael (2015). Investigation of Visual Features for Augmented Reality Assembly Assistance // International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality. Springer. 2015. p. 488—498.

Сведения об авторе:

Азевич Алексей Иванович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент департамента информатизации образования Московского городского педагогического университета. *Контактная информация:* e-mail: azevichai@mgpu.ru.

Bio Note:

Alexey I. Azevich, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Informatization of Education, Moscow City University. *Contact information:* e-mail: azevichai@mgpu.ru.