

Адрес статьи / To link this article: <http://cat.ifmo.ru/ru/2020/v5-i4/264>

Технологии геймификации и виртуальной реальности в обучении практическому владению иностранным языком

Е.В. Лавренева¹, В.А. Белопольский²,
В.В. Мелентьев³, И.В. Рождественский¹

¹ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Россия

² ООО «Спикергуру», Россия

³ Петрозаводский государственный университет, Россия

elizavetalavreneva@niuitmo.ru, vb@speakerguru.pro,
melentev.petrstu@gmail.com, irojdest@mail.ru

Аннотация. В данной работе обсуждаются возможности повышения эффективности изучения иностранного языка, в частности такие, как: геймификация образовательного процесса и технология виртуальной реальности, а также значимость и необходимость создания обучающих игровых приложений как альтернатива традиционному обучению. Существует широкий спектр работ, изучающих данную тему, но вопрос качественной одновременной реализации данных технологий остаётся открытым. Эффективность изучения языкового материала существенно зависит от целесообразного привлечения органов чувств к восприятию информации, от системы мотивации, от степени погружения в среду и контекст, а также от того, насколько важен практический результат коммуникаций на этом языке, чему способствуют как геймификация, так и VR. Наглядная демонстрация эффективности виртуальной реальности в обучении представлена на примере российского проекта «SpeakerGuru», многопользовательского решения для обучения коммуникативным навыкам общения в виртуальной реальности, а также раскрыты связанные с внедрением данной технологии проблемы. В работе были выдвинуты следующие гипотезы, которые будут доказаны или опровергнуты в следующих исследованиях: 1) технология VR в комбинации с развитым сектором онлайн услуг может привести к появлению платформенных решений, которые будут совмещать получение онлайн услуг с успешным освоением соответствующих лексических блоков; 2) мультиплеерные VR-платформы позволят обеспечить не только автоматизированное обучение с помощью языковых ботов, но и виртуальное присутствие учителя для закрепления навыков ситуативных коммуникаций; 3) партнерство онлайн-сервисов с предлагаемой платформой обеспечивает этим сервисам дополнительные каналы продаж их услуг. Для проверки гипотез было спроектирован прототип приложения «Learning via Playing», который благодаря погружению в среду (VR), игровой форме (геймификация) и привязке к реальности (сценарий «Покупки в гипермаркете» предполагает возможность приобретения продуктов) потенциально способствует ускоренному, качественному и увлекательному изучению иностранного языка.

Ключевые слова: VR, геймификация, образование, изучение иностранных языков.

1. Введение

В настоящее время существует множество геймифицированных онлайн-платформ для изучения иностранных языков: наиболее популярными являются «Duolingo»¹, «Lingualeo»², «Busuu»³, «Influent»⁴, «Rosetta Stone»⁵ и другие. В проекте «Duolingo» обучение проходит в форме игры, слова учатся не оторвано от языка, а в контексте, тем не менее, упражнения довольно простые для уверенных пользователей. «Lingualeo» также задействует игровой формат, но пополнение словарного запаса происходит не по темам: упор делается на неизвестные пользователю слова, но доступен лишь английский язык. «Busuu» отличается широким спектром изучаемых языков, но суть процесса обучения не отличается от «Duolingo». «Influent» — интерактивная игра, в которой есть возможность передвигаться в пространстве и узнавать перевод предметов с последующей проверкой изученного, но нет ключевого аспекта — взаимодействия, влияющего на эффективность обучения. «Rosetta Stone» также не прибегает к эффекту от погружения, но восхищает огромной базой из 34 языков и нацелена на практику разговорной речи. Тем не менее, пользователи становятся всё более требовательными к удержанию внимания, поскольку учащиеся — в большинстве миллениалы или поколение Z, которые являются цифровыми аборигенами [1]. Традиционные способы обучения более не способны привести к быстрому и качественному результату.

Большое количество исследований посвящено теме повышения эффективности обучения с помощью VR и геймификации, среди них можно выделить: «The examination of the gamification process in undergraduate education: a scale development study» (Baydas, O. and Cicek, M., 2019), «Gamifying an ICT course: influences on engagement and academic performance» (Çakiroglu, U., Basıbuyuk, B., 2017), «Physical and social presence in 3D virtual role-play for preservice teachers» (Cho, Y.H., Yim, S.Y. and Paik, S., 2015), «Using virtual reality in the classroom: preservice teachers' perceptions of its use as a teaching and learning tool» (Cooper, G., Park, H., 2019). «Gamification in education: a systematic mapping study» (Dicheva, D., Dichev, 2015) и другие.

В частности, изучению влияния VR на процесс изучения иностранного языка посвящены работы «Effectiveness of virtual reality game in foreign language vocabulary acquisition» (Mohammed A., 2020) и «Using Virtual Reality Tools for Teaching Foreign Languages» (Peixoto, B., Pinto, D., Krassmann, A., Melo, M., Cabral, L., and Bessa, M., 2019). Согласно результатам первого исследования, учителя иностранных языков придерживаются мнения, что эта технология может помочь мотивировать учащихся и повысить их учебную кривую в отношении аудирования на иностранном языке [2]. Во втором случае результаты независимых t-тестов в конце экспериментального периода показали, что учащиеся, использующие виртуальную игру «House of Languages», достигли больших успехов в освоении словарного запаса, чем те, кто использовал традиционный метод [3].

В исследовании Сандры Лоурейро и Рикардо Билро («Virtual reality and gamification in marketing higher education: a review and research agenda», Португалия, 2020) проведён анализ 115 статей в Web of Science на темы, связанные с применением VR и геймификацией в сфере образования (рис. 1) [4]. В области образования до сих пор не было исследования, посвященного текущему состоянию дел в области виртуальной реальности и геймификации, которое могло бы систематизировать основные направления изучения, а также выделить направления будущих исследований. На основании собранных данных учёные сформулировали 20 исследовательских вопросов, которые слабо раскрыты и требуют дальнейшей проработки. Наиболее интересными с точки зрения влияния на образовательный процесс являются следующие вопросы:

- Как реализовать процесс обучения с использованием геймификации и VR, привлекая к сотрудничеству все заинтересованные лица (сторонние организации, преподаватели, студенты)?

¹ Официальный сайт, URL: <https://www.duolingo.com/>

² Официальный сайт, URL: <http://lingualeo.com/>

³ Официальный сайт, URL: <https://www.busuu.com/>

⁴ Официальный сайт, URL: <http://playinfluent.com/>

⁵ Официальный сайт, URL: <http://www.rosettastone.eu/>

- Может ли восприятие опыта привести к вовлечению? Что может быть посредником между опытом и вовлечённостью?
- Какие технологические инструменты и методы обучения можно использовать одновременно для повышения вовлеченности и академической успеваемости студентов?
- Как технология 5G может способствовать улучшению процесса обучения с помощью виртуальной реальности и геймификации?
- Как можно повысить интерес учащегося с помощью функций распознавания речи и использовать его в качестве учебного метода для повышения опыта и вовлеченности?

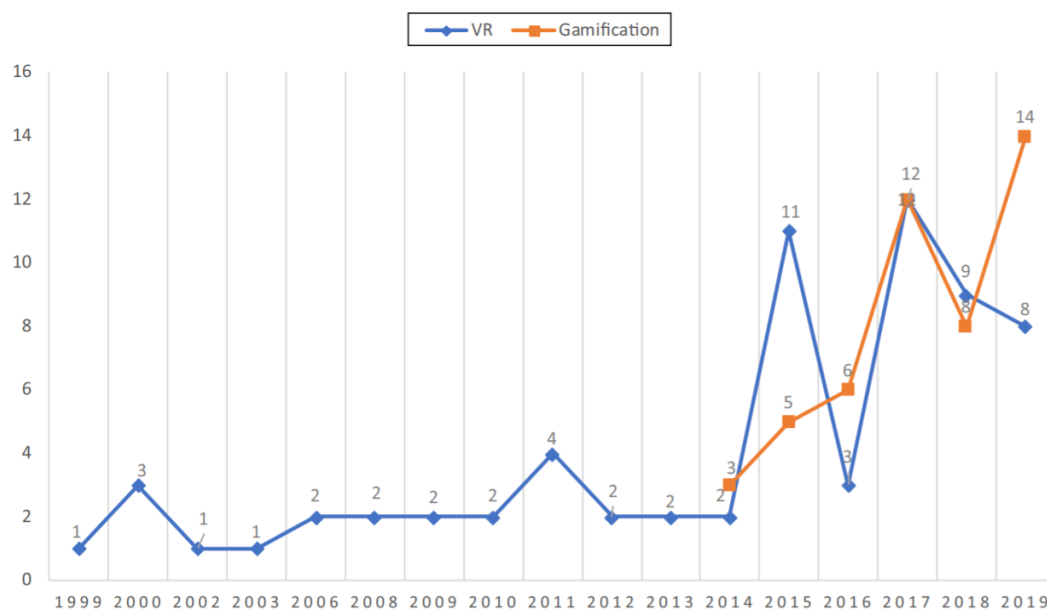


Рис. 1. Уровень публикаций статей на тему VR и геймификации в образовании

Эффективность изучения языкового материала существенно зависит от целесообразного привлечения органов чувств к восприятию информации, от системы мотивации, от степени погружения в среду и контекст, а также от того, насколько важен практический результат коммуникаций на этом языке. Многие из перечисленных факторов обеспечивает **геймификация** процесса. Различные элементы дизайна геймификации по-разному влияют на результат, но в целом динамика положительная: наблюдается увеличение вовлечённости и рост итоговых показателей обучающихся [5]. Использование геймификации (элементы игрового дизайна в неигровых контекстах) в образовании, по-видимому, превращается в инструмент мотивации к обучению [6]. В 2019 году мировой рынок геймификации оценивался в \$7,98 млрд. По оценкам аналитического агентства Mordor Intelligence, среднегодовой темп роста составит 25,1% к 2025 году [7].

Другой инструмент для стимулирования обучения — **технология виртуальной реальности (VR)**. Консалтинговая компания PricewaterhouseCoopers (PWC) изучила влияние VR на формирование компетенций и знаний: в результате, процесс обучения проходит в 4 раза быстрее, концентрация внимания увеличивается в 4 раза, эмоциональная связь с изучаемым материалом — в 3,75 раз, а уверенность применения знаний и навыков после обучения — 2,75 раз по сравнению с традиционным обучением [8]. Виртуальная реальность может помочь учащимся быть более сфокусированными и погрузиться в моделирование задачи, которую можно выучить и повторять (с ошибками или без них) до тех пор, пока она не будет выполнена в реальной среде без ошибок [9].

Технология VR начинает широко использоваться в образовательной сфере, формируя новые способы коммуникации и взаимодействия пользователя со средой. В своём отчёте консалтинговая компания Perkins Coie сообщает о результатах исследования иммерсивных

технологий: позиция «влияние VR/AR на образовательную сферу» поднялась на второе место после здравоохранения по сравнению с третьим в 2019 году (рис. 2) [10]. Ожидается, что рынок VR в образовании достигнет среднегодового темпа роста в 42,5% до 2025 года [11].

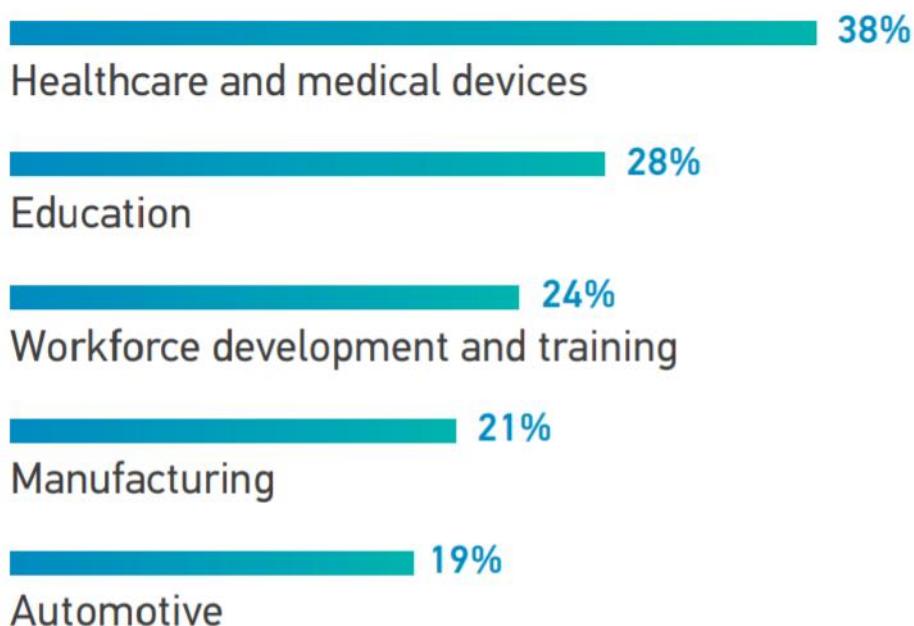


Рис. 2. Уровень влияния иммерсивных технологий на различные отрасли, 2020 г.

Примером использования VR в корпоративном обучении является платформа «SpeakerGuru»⁶. Это многопользовательское решение для обучения коммуникативным навыкам общения в виртуальной реальности. К настоящему моменту команда «SpeakerGuru» осуществила успешный пилотный проект с ПАО «МТС», продемонстрировав, что использование VR существенно повышает вовлеченность обучаемых по сравнению с обучением в классах.

При этом проявились и специфические для VR проблемы. Дело в том, что эффект от использования VR-технологий основан, прежде всего, на положительном пользовательском опыте (UX).

В то же время, вследствие низкого распространения, громоздкости и дороговизны специализированных VR-устройств (шлемы, очки), пользователи не готовы ориентироваться на использование таких устройств. Одним из выходов из сложившейся ситуации является адаптация VR-контента к отображению на устройствах, называемых «XR viewers», которые используют вычислительные ресурсы смартфона (а в перспективе — облачные ресурсы с доступом через 5G) и лишены вышеизложенных недостатков [12]. Это требует оптимизации контента с точки зрения упрощения моделей для уменьшения затрат вычислительных мощностей для рендеринга как на пользовательских устройствах невысокой производительности, так и в облаке, а также сокращения объемов передаваемой по каналам связи информации.

Такая оптимизация существенно осложняется эффектом «зловещей долины», который был обнаружен психофизиологами в отношении роботов [13]. Он состоит в том, что человекоподобный робот (или анимация) воспринимается человеком положительно, если его сходство с человеком менее 70% или более 93%. Между этими цифрами пролегает «зловещая долина», в которой взаимодействие с роботом вызывает у человека дискомфорт, граничащий с ужасом. Анимация усиливает этот эффект. Традиционно разработчики стараются добиться наиболее высокой реалистичности моделей и анимации, но это оказывается дорогим удовольствием с точки зрения требований к оборудованию. Команда «SpeakerGuru» собирается

⁶ Официальный сайт, URL: <https://speakerguru.pro/>

осознанно «спуститься» в реалистичности левее левой границы «зловещей долины» в 70%, что приведет к оптимизации как восприятия, так и используемых ресурсов.

Существует два способа изучения языка: в классе (с моделированием ситуации) и методом погружения (e-learning, VR-learning). Если возникает потребность быстро и качественно изучить тему, необходимо создать приближённую к реальности ситуацию. Можно выделить несколько уровней качества погружения платформ для изучения языка: 1) игра, 2) эмуляция действительности, 3) создание виртуальных сред для более глубокого погружения, 4) создание связи результатов деятельности с реальностью (приобретение товаров / услуг).

Таким образом, важно создавать обучающие игровые приложения, которые:

- создают или имитируют «погружение» в некоторую ситуацию (визит к доктору, покупки в гипермаркете, навигация в городе и прочее);
- в случае успешных действий приводят к практическому результату в реальной жизни.

В данной работе выдвигаются следующие гипотезы:

- технология виртуальной реальности в комбинации с развитым сектором онлайн услуг, который получил взрывное развитие вследствие пандемии, может привести к появлению платформенных решений, которые будут совмещать получение онлайн услуг с успешным освоением соответствующих языковых блоков (лексика, разговорная практика);
- мультиплеерные VR-платформы позволят обеспечить не только автоматизированное обучение с помощью языковых ботов, но и виртуальное присутствие учителя для закрепления навыков ситуативных коммуникаций;
- партнерство онлайн-сервисов (доставка, врачебные консультации и пр.) с предлагаемой платформой обеспечивает этим сервисам дополнительные каналы продаж их услуг.

2. Постановка задачи и результаты работы

Для проверки гипотез, сформулированных во введении, было спроектировано приложение Learning via Playing (далее — LvP), основанное на мультиплеерной платформе, разрабатываемой в ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет». Платформа V-ED базируется на игровом движке Unity и позволяет смоделировать различные жизненные ситуации через 3D (VR) игру.

В данный момент создано минимально функциональное приложение (англ. Minimal Viable Product, MVP), которое реализует обучение языковому блоку «Покупки в гипермаркете». Для использования приложения не нужны специальные устройства (VR-очки, шлемы и пр.), так как приложение реализуется на компьютерных экранах в среде Windows и на экранах мобильных телефонов в среде Android. В то же время приложение может работать и со специализированными VR-устройствами, что содействует более глубокому «погружению» в среду.

Запустив приложение, обучаемый оказывается внутри 3D модели гипермаркета, с возможностью передвигаться внутри с использованием стандартных игровых интерфейсов. На полках гипермаркета лежат продукты и товары, которые можно выбирать и класть в виртуальную корзину при условии выполнения ряда языковых упражнений (табл. 1).

Для реализации простых упражнений используются формы, в которых обучаемый выбирает правильные ответы (как называется данный товар, какое количество товара вы хотите приобрести и пр.). Более сложные упражнения реализуются с использованием автоматизированных анимированных ботов. Боты задают обучаемому вопросы голосом, правильные ответы на них обучаемый выбирает из списка возможных ответов (рис. 3).

Таблица 1. Уровни упражнений

№	Уровень	Содержание	Цель
1	Самостоятельная работа	Выполнение упражнений на выбор правильного ответа без голосового интерфейса (только А)	Проверка понимания прочитанного (reading)
2	Взаимодействие с чат-ботом	Текстовые ответы на голосовые вопросы чат-бота в диалоговое окно (А-В) или путём выбора правильного ответа	Проверка понимания речи на слух (listening, writing)
3	Взаимодействие с учителем	Поддержание тематического диалога с учителем, практика произношения и изучение базовых речевых оборотов в различных сценариях (А-В)	Развитие коммуникативных навыков, произношения и практического общения (speaking)
4	Взаимодействие с носителем языка	Поддержание тематического диалога с носителем языка, выполнение заданий на игровой платформе (В)	Подготовка к взаимодействию, ориентации и коммуникации в другой языковой среде (comprehensive approach)

Примечание: А — базовый (родной) язык, В — изучаемый язык.

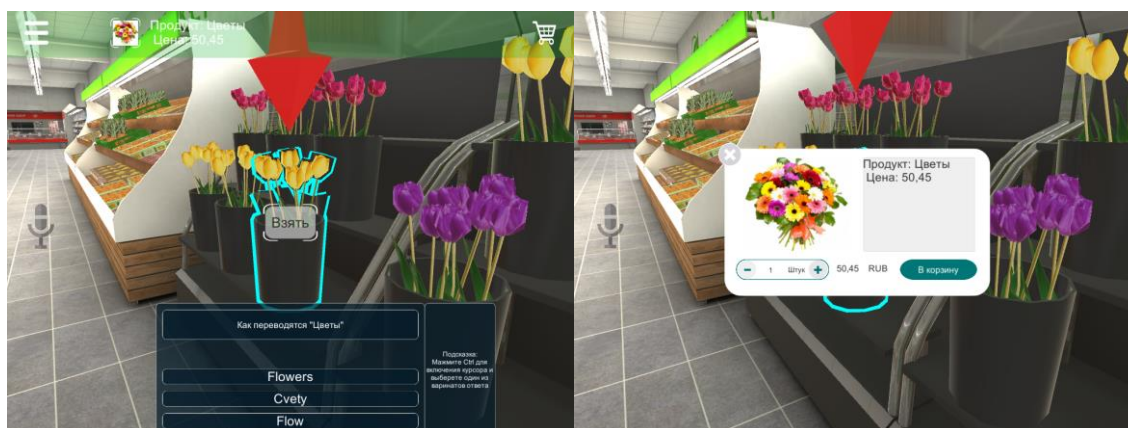


Рис. 3. Интерфейс приложения LvP

Наиболее сложные упражнения происходят с привлечением преподавателя, который заходит в 3D модель гипермаркета со своего устройства и обеспечивает полноценные диалоги, а также оперативно помогает обучаемому в части произношения. Ключевой особенностью приложения LvP является партнерство со службой доставки товаров. Выбранные в приложении товары можно оплатить, и они будут доставлены по адресу обучаемого в «физическом» мире. Привязка к реальности и погружение в ситуацию потенциально будут способствовать ускоренному, качественному и увлекательному обучению.

3. Заключение

Результаты реализации сценария «Покупки в гипермаркете» на аудитории партнёрской службы доставки и студентах Университета ИТМО и Петрозаводского государственного университета будут учтены в параллельном исследовании с целью определить эффективность внедрения геймификации и VR в процесс обучения, а также принять решение о разработке других сценариев. Мультипользовательское приложение LvP с различными уровнями обучения, погружением в среду (VR), встроенной геймификацией и привязкой к реальности позволит увлекательно, эффективно и с минимальными временными затратами изучать различные лексические блоки. По сравнению с другими платформами и приложениями, проект LvP позволит в полной мере реализовать и протестировать потенциал и влияние на эффективность обучения как технологии виртуальной реальности, так и геймификации.

Литература

- [1] Mulvey, M.S., Lever, M.W. and Elliot, S. (2019). A cross-national comparison of intra-generational variability in social media sharing. *Journal of Travel Research*. Vol. 59 No. 7, pp. 1-17.
- [2] Peixoto, B., Pinto, D., Krassmann, A., Melo, M., Cabral, L., and Bessa, M. (2019). Using Virtual Reality Tools for Teaching Foreign Languages. Springer Nature Switzerland. WorldCIST'19, AISC 932, pp. 581–588. URL: https://www.researchgate.net/publication/332380884_Using_Virtual_Reality_Tools_for_Teaching_Foreign_Languages (дата обращения: 08.10.2020).
- [3] Mohammed A. (2020). Effectiveness of virtual reality game in foreign language vocabulary acquisition. *Computers & Education* 153 (2020) 103893. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131520300920> (дата обращения: 07.10.2020).
- [4] Sandra, L., Fernando, A. (2020). Virtual reality and gamification in marketing higher education: a review and research agenda. *Spanish Journal of Marketing – ESIC*. URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SJME-01-2020-0013/full/pdf?title=virtual-reality-and-gamification-in-marketing-higher-education-a-review-and-research-agenda> (дата обращения: 02.10.2020).
- [5] Huang, R., Ritzhaupt, A.D., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., Hampton, J., Li, J. (2020). The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: a meta-analysis. *Education Tech Research Dev* 68. URL: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z> (дата обращения: 17.10.2020).
- [6] Looyestyn, J., Kernot, J., Boshoff, K., Ryan, J., Edney, S. and Maher, C. (2017). Does gamification increase engagement with online programs? A systematic review. *Plos One*, Vol. 12 No. 3.
- [7] Gamification Market - Growth, Trends, Forecasts (2020). Mordor Intelligence. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/gamification-market> (дата обращения: 12.10.2020).
- [8] The VR Advantage: How virtual reality is redefining soft skills training (2020). PWC. Vol. 8. URL: <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/technology/emerging-technology/vr-study-2020.html> (дата обращения: 15.10.2020).
- [9] Bower, M., Lee, M.J.W. and Dalgarno, B. (2017). Collaborative learning across physical and virtual worlds: factors supporting and constraining learners in a blended reality environment. *British Journal of Educational Technology*. Vol. 48 No. 2, pp. 407-430.
- [10] Augmented and Virtual Reality Survey (2020). Perkins Coie, XR Association, Boost VC. Vol. 33. URL: <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/3/v4/231654/2020-AR-VR-Survey-v3.pdf> (дата обращения: 11.10.2020).
- [11] Virtual Reality (VR) Market in Education - Growth, Trends, and Forecasts (2020). Mordor Intelligence. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/virtual-reality-vr-market-in-education> (дата обращения: 12.10.2020).
- [12] XR viewers deliver next-generation, immersive experiences through 5G connectivity (2020). Qualcomm. URL: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2020/08/04/xr-viewers-deliver-next-generation-immersive-experiences-through-5g-connectivity> (дата обращения: 27.10.2020).
- [13] Masahiro M. The Uncanny Valley. *IEEE Robotics & Automation Magazine* (англ.). Рус. : пер. с яп. Karl F. MacDorman and Norri Kageki. — 2012. — Vol. 19, № 2. — P. 98–100. — doi:10.1109/MRA.2012.2192811. Архивировано 4 января 2018 года. (копия; первое издание статьи на японском языке Mori M. The Uncanny Valley // *Energy*, 1970. Vol. 7. №. 4. pp. 33—35).

Gamification and VR Technologies in Application to Teaching Practical Foreign Language Skills

E.V. Lavreneva¹, V.A. Belopolskiy², V.V. Melentiev³, I.V. Rozhdestvenskiy¹

¹ITMO University, Russia

²ООО «Speakerguru», Russia

³Petrozavodsk State University, Russia

Abstract. We discuss a potential increase in the efficiency of learning a foreign language via gamification of the educational process and application of virtual reality technology. There is a wide range of papers studying this topic, but the question of high-quality simultaneous implementation of these technologies remains open. The effectiveness of the study of language material essentially depends on the expedient involvement of the senses in the perception of information, on the motivation system, on the degree of immersion in the environment and context, as well as on how important the practical result of communication in a language is, which is facilitated by both gamification and VR. A clear demonstration of the effectiveness of VR in teaching is presented on the

example of the Russian project «SpeakerGuru», a multi-user solution for teaching communication skills in virtual reality, as well as the problems associated with the implementation of this technology. We propose creating educational game applications as an alternative to traditional online learning instruments. We consider the following hypotheses which we plan to verify through further research: 1) VR technology in combination with a developed sector of online services can lead to the emergence of platform solutions that will combine the receipt of online services with the successful mastering the corresponding lexical blocks; 2) multiplayer VR platforms will provide not only automated learning with the help of language bots but also the virtual presence of a teacher to consolidate situational communication skills; 3) a partnership of online services with the proposed platform provides these services with additional sales channels. To test the theses, we designed an early prototype of the Learning via Playing application which, thanks to immersion in the environment (VR), a game factor (gamification) and reference to reality (the «Shopping in a hypermarket» scenario assumes the possibility of purchasing products), potentially contributes to an accelerated, high-quality, and fun foreign language learning.

Keywords: VR, gamification, education, foreign language learning.

References

- [1] Mulvey, M.S., Lever, M.W. and Elliot, S. (2019). A cross-national comparison of intra-generational variability in social media sharing. *Journal of Travel Research*. Vol. 59 No. 7, pp. 1-17.
- [2] Peixoto, B., Pinto, D., Krassmann, A., Melo, M., Cabral, L., and Bessa, M. (2019). Using Virtual Reality Tools for Teaching Foreign Languages. *Springer Nature Switzerland*. WorldCIST'19, AISC 932, pp. 581–588. URL: https://www.researchgate.net/publication/332380884_Using_Virtual_Reality_Tools_for_Teaching_Foreign_Languages (дата обращения: 08.10.2020).
- [3] Mohammed A. (2020). Effectiveness of virtual reality game in foreign language vocabulary acquisition. *Computers & Education* 153 (2020) 103893. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131520300920> (дата обращения: 07.10.2020).
- [4] Sandra, L., Fernando, A. (2020). Virtual reality and gamification in marketing higher education: a review and research agenda. *Spanish Journal of Marketing – ESIC*. URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SJME-01-2020-0013/full/pdf?title=virtual-reality-and-gamification-in-marketing-higher-education-a-review-and-research-agenda> (дата обращения: 02.10.2020).
- [5] Huang, R., Ritzhaupt, A.D., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., Hampton, J., Li, J. (2020). The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: a meta-analysis. *Education Tech Research Dev* 68. URL: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z> (дата обращения: 17.10.2020).
- [6] Looyestyn, J., Kernot, J., Boshoff, K., Ryan, J., Edney, S. and Maher, C. (2017). Does gamification increase engagement with online programs? A systematic review. *Plos One*, Vol. 12 No. 3.
- [7] Gamification Market - Growth, Trends, Forecasts (2020). *Mordor Intelligence*. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/gamification-market> (дата обращения: 12.10.2020).
- [8] The VR Advantage: How virtual reality is redefining soft skills training (2020). *PWC*. Vol. 8. URL: <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/technology/emerging-technology/vr-study-2020.html> (дата обращения: 15.10.2020).
- [9] Bower, M., Lee, M.J.W. and Dalgarno, B. (2017). Collaborative learning across physical and virtual worlds: factors supporting and constraining learners in a blended reality environment. *British Journal of Educational Technology*. Vol. 48 No. 2, pp. 407-430.
- [10] Augmented and Virtual Reality Survey (2020). *Perkins Coie, XR Association, Boost VC*. Vol. 33. URL: <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/3/v4/231654/2020-AR-VR-Survey-v3.pdf> (дата обращения: 11.10.2020).
- [11] Virtual Reality (VR) Market in Education - Growth, Trends, and Forecasts (2020). *Mordor Intelligence*. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/virtual-reality-vr-market-in-education> (дата обращения: 12.10.2020).
- [12] XR viewers deliver next-generation, immersive experiences through 5G connectivity (2020). *Qualcomm*. URL: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2020/08/04/xr-viewers-deliver-next-generation-immersive-experiences-through-5g-connectivity> (дата обращения: 27.10.2020).
- [13] Masahiro M. (1970). The Uncanny Valley. *Energy*. Vol. 7. №. 4. pp. 33—35.