

УДК 528.5

DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-23-31

Научно-методические основы разработки симулятора работы с геодезическим оборудованием

Н. А. Кирилов¹✉, В. С. Хорошилов¹

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: kirilov-na@mail.ru

Аннотация. Один из наиболее перспективных способов улучшения процесса обучения – использование технологий виртуальной реальности (VR), позволяющих комбинировать зрительную активность студентов с другими методами обучения для более эффективного усвоения информации. В данной статье рассматриваются этапы создания симулятора работы с геодезическим оборудованием. Основное внимание уделяется разработке концептуальной модели на базе программных продуктов Unity и Blender, а также использованию технических средств виртуальной реальности. Исследуются алгоритмы разработки и функционирования симулятора, структурные элементы и особенности адаптации к современным требованиям образовательного процесса; формулируются научно-методические положения, отражающие особенности обучения при использовании VR.

Ключевые слова: виртуальная реальность, симулятор геодезического оборудования, концептуальная модель, алгоритм разработки и функционирования

Для цитирования:

Кирилов Н. А., Хорошилов В. С. Научно-методические основы разработки симулятора работы с геодезическим оборудованием // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 5. – С. 23–31. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-23-31

Введение

Распоряжением Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 подчеркнута важность создания безопасной цифровой образовательной среды. Цель заключается в обеспечении доступа к качественному образованию на всех уровнях. Для успешной модернизации образовательной системы, включая и геодезическое образование, требуется привлечение квалифицированных специалистов, а приоритетные проекты «Современная цифровая образовательная среда в России» и «Цифровая школа» как раз ориентированы на повышение уровня доступности образования для всех категорий трудящихся [1–4]. Поэтому активное внедрение новых прорывных информационных технологий в процесс геодезического образования лишь доказывает их актуальность и целесообразность.

Технология виртуальной реальности (VR) в образовательном процессе – это одно из наиболее перспективных внедрений прорывных технологий при реализации инновационных образовательных проектов. Оно представляет собой трехмерный *виртуальный мир*, в который пользователь погружается с помощью специальных устройств. Исследования показывают, что визуальная информация способствует лучшему запоминанию учебного материала, а сочетание визуальных элементов с традиционными методами обучения значительно повышает усвоение информации. Например, с помощью VR можно создавать 3D-модели инженерных сооружений, проектировать геодезические сети или визуально проводить техническое обследование зданий и сооружений и т. п.

В то же время в рабочих процессах широко применяются технологии дополненной

реальности (AR). Одной из таких программ служит vGIS, которая позволяет в реальном времени просматривать системы проложенных под землей коммуникаций, имея под рукой только смартфон или планшет, а также создавать высокоточные цифровые модели (3D-сканы и векторные данные) за считанные минуты.

Научно-методические основы разработки симулятора виртуальной реальности для работы с геодезическим оборудованием

Со временем любой процесс, включая и образовательный, меняется с целью улучшения качества обучения. Это проявляется

в результате внедрения новых учебных программ, более эффективных методик обучения и современного оборудования. Геодезическое образование также подвержено подобным изменениям и целью этих преобразований, как правило, является адаптация учебных программ к новым образовательным технологиям. Благодаря развитию технологий виртуальной, дополненной и смешанной (MR) реальности учебные ресурсы геодезического образования существенно расширились в результате сочетания визуальных уроков с другими формами обучения [5–7]. Наглядный пример эволюции современных шлемов виртуальной реальности показывает, как технологии развивались со временем (рис. 1) [8].



Рис. 1. Шлемы виртуальной реальности:
 а) первая коммерческая VR-система – 1984 г.;
 б) последняя версия с беспроводной гарнитурой – 2020 г.

С точки зрения создания и поддержки проектов виртуальной реальности важно обеспечить удобное использование соответствующего инструментария и его совместимость с различными техническими устройствами, включая шлемы виртуальной реальности. В нашем случае для разработки симулятора работы с геодезическим оборудованием на начальном этапе были исследованы функциональные возможности игровых движков Unity, Unreal Engine и Unigine и выполнен сравнительный анализ программного обеспечения, такого как Autodesk 3DS Max, Blender, ZBrush, Autodesk Maya для разработки 3D-моделей геодезического оборудования и соответствующих локаций для его применения [9–17]. Проведенный анализ позволил в последующем сформулировать определенные критерии функциональности для перечисленных выше ПО, сложности их использования и выявить возможно-

сти их применения при разработке симулятора работы с геодезическим оборудованием. После тщательного сравнения возможностей игровых движков было решено использовать Unity в качестве основы для будущего симулятора, а в результате всестороннего анализа программных продуктов для реализации 3D-моделей геодезического оборудования предпочтение было отдано в пользу ПО Blender с открытым исходным кодом [18].

Ключевые этапы разработки симулятора работы с геодезическим оборудованием следующие:

– разработка концептуальной модели симулятора на базе игрового движка Unity и программного продукта Blender. На этом этапе определяются основные аспекты симулятора: цели и задачи, функциональные возможности, дизайн пользовательского интерфейса и визуальное оформление. Программ-

ные продукты Unity и Blender позволяют создавать высококачественные 3D-модели различных локаций, что является важным элементом виртуальной реальности;

– выбор технических средств виртуальной реальности. Для реализации симулятора работы с геодезическим оборудованием необходимо выбрать подходящие технические средства виртуальной реальности, такие как VR-очки, трекеры движения и контроллеры. Они позволят пользователям погружаться в виртуальное пространство и взаимодействовать с ними;

– реализация алгоритма разработки и функционирования симулятора. На этом этапе определяется последовательность действий и взаимодействий пользователя с симулятором, а также способы передачи информации и обратной связи. Важно создать удобное и интуитивно понятное управление, чтобы обучающиеся могли эффективно использовать симулятор;

– выявление структурного назначения отдельных компонентов и их взаимодействие. Для эффективной работы симулятора необходимо четко определить структуру его компонентов и организовать их взаимодействие. Это включает 3D-моделирование геодезического оборудования, визуализацию измерений, анализ результатов и другие функциональные элементы;

– адаптация симулятора к современным требованиям образовательного процесса. При разработке симулятора необходимо учитывать современные требования к образовательному процессу, такие как учет индивидуальных особенностей обучающихся, интерактивность, возможность быстрого и эффективного усвоения материала. Симулятор должен быть гибким и адаптированным к потребностям современного обучения.

Каждый из этих этапов играет важную роль в создании симулятора работы с геодезическим оборудованием и требует внимательного подхода и профессиональных навыков разработчиков.

Важнейшим шагом в создании симулятора работы с геодезическим оборудованием в виртуальной реальности является разработка концептуальной модели [19]. На этапе организации и взаимодействия компонентов, а также адаптации к современным образовательным стандартам концептуальная модель определяет функциональность, уровень взаимодействия и будущее развитие симулятора на основе обратной связи от пользователей. Для создания этой модели был использован онлайн-инструмент diagrams.net (ранее draw.io), что показано на рис. 2.



Рис. 2. Концептуальная модель симулятора виртуальной реальности

Концептуальная модель симулятора включает основные сцены: меню, геодезический музей и основную сцену, где происходят измерения в *виртуальном мире* во время полевых работ. Каждая сцена выполняет свою функцию: вводит пользователя в симулированный мир, обучает взаимодействию, предоставляет информацию о геодезическом оборудовании и позволяет приступить к измерениям.

Блоки сцен, объединенные общими функциональными элементами и связями, необходимы для корректной работы симулятора. Эти связи включают в себя систему сохранения, взаимодействие между сценами, управление симулятором и объектами геодезического оборудования. Общая блок-схема алгоритма разработки и работы симулятора виртуальной реальности для геодезического оборудования представлена на рис. 3.

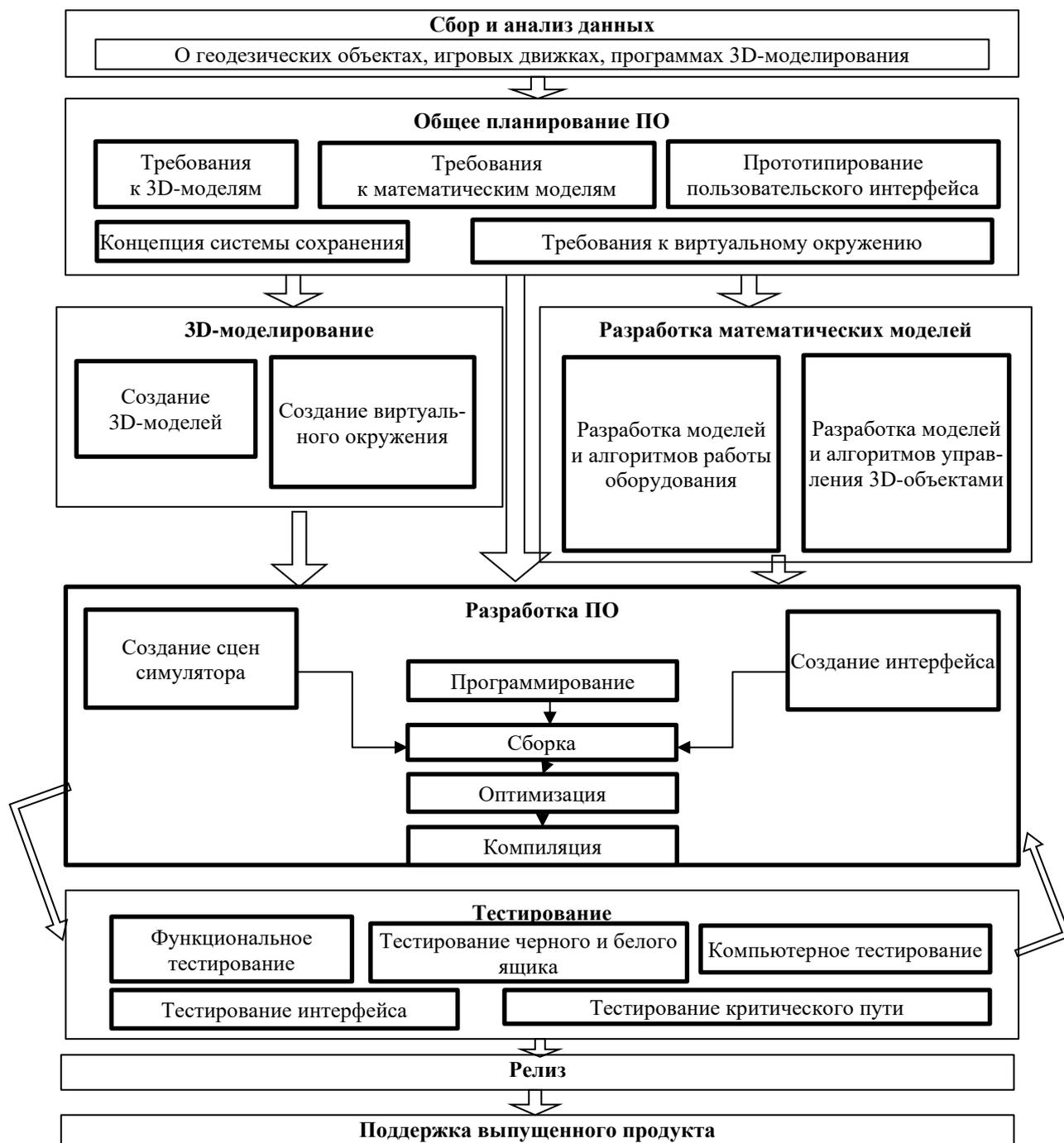


Рис. 3. Общая схема алгоритма разработки и функционирования симулятора

Раздел «Сбор и анализ данных» охватывает сбор информации об объектах и программном обеспечении, выбор подходящих программ для создания 3D-моделей геодезического оборудования, анимации, графической визуализации, управления движениями пользователя, необходимых локаций, звукового сопровождения и многое другое.

Секция «Общее планирование программного обеспечения» направлена на удовлетворение требований к структуре симулятора виртуальной реальности. Здесь устанавливаются спецификации для создания трехмерных моделей геодезических и вспомогательных устройств, происходит разработка пользовательского интерфейса для более глубокого понимания пользователями возможной реализации на следующем этапе. Определяются также требования к математическим моделям окружающего мира и создается процедура системы сохранения и передачи данных.

В разделе «Разработка программного обеспечения» осуществляется создание возможных сценариев работы симулятора, игрового интерфейса, программирование, сборка, оптимизация и компиляция проекта, а также взаимодействие с элементами трехмерного моделирования при разработке математических моделей.

Секция «3D-моделирование» включает создание трехмерных моделей геодезических приборов и вспомогательного оборудования, настройку визуализации трехмерных объектов виртуального мира с учетом требований и возможностей симулятора.

Раздел «Тестирование» позволяет выявить возможные ошибки в работе симулятора с геодезическим оборудованием в режиме виртуальной реальности.

Блок «Релиз и поддержка выпущенного продукта» является завершающим этапом разработки программного обеспечения, включая выпуск готового и протестированного программного обеспечения – в данном случае симулятора для последующей демонстрации и проверки.

Обобщая вышесказанное, отметим, что в образовании все чаще используются технологии виртуальной реальности, помогающие создавать разнообразный и интересный

учебный контент. Эти технологии способствуют более эффективному усвоению нового материала, который нельзя найти в традиционных методах обучения, а также способствуют разработке новых подходов к обучению и повышению уровня образования. С их помощью обучающиеся могут оттачивать навыки работы с геодезическим оборудованием, повышая качество образования и подготавливаясь к решению реальных профессиональных задач. Это проявляется в следующем.

1. Применение технологий виртуальной реальности в обучении геодезии создает новые формы организации образовательного процесса, вовлекая будущих специалистов напрямую в учебный процесс. Это позволяет им активно участвовать в практических занятиях, что способствует более глубокому пониманию сложных тем и развитию навыков, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

2. Технологии виртуальной реальности позволяют проводить практические занятия в любом месте, что делает процесс обучения более гибким и доступным. Обучающимся предоставляется возможность самостоятельно работать с геодезическим оборудованием в виртуальной среде, что является отличной дополнительной практикой к традиционным учебным занятиям.

3. Использование технологий виртуальной реальности в образовании способствует более интерактивному и наглядному обучению, что обогащает процесс усвоения знаний. Эти технологии помогают обучающимся более эффективно запоминать информацию и улучшают качество образования в целом. Важно понимать, что технологии виртуальной реальности не заменяют учителя, но могут значительно обогатить образовательный процесс.

4. Проверка знаний с использованием технологий виртуальной реальности способствует последовательному освоению информации и навыков. Для внедрения этих технологий необходимо разработать соответствующее программное обеспечение и образовательные программы, способствующие успешному обучению геодезии.

Заключение

Подведем итог проведенного исследования.

1. Проанализировано программное обеспечение и технические средства виртуальной реальности для создания симулятора работы с геодезическим оборудованием. Кроме того, было проведено экономическое обоснование выбора необходимого ПО и оборудования.

2. Разработаны научно-методические положения по улучшению качества обучения геодезии с использованием симулятора виртуальной реальности.

3. Разработана концепция симулятора работы с геодезическим оборудованием на базе программных продуктов Unity и Blender, а также технических средств виртуальной реальности. Создан алгоритм работы с симулятором для повышения качества образовательного процесса в области геодезии.

4. Данное исследование в области разработки и использования симулятора виртуальной реальности для работы с геодезическим

оборудованием может быть рекомендовано для использования как в очной, так и в дистанционной форме обучения геодезии. Оно представляет собой универсальное средство обучения как для обучающихся, так и для профессионалов, желающих обновить свои теоретические знания и получить новый опыт работы с геодезическим оборудованием на различных площадках.

Исследование было выполнено при поддержке госбюджетной НИР «Автоматический геодезический мониторинг природной среды и инженерных сооружений средствами малобюджетных высокоточных датчиков вертикальных перемещений в условиях Крайнего Севера (FEFS-2023-0003)».

Исследования проведены в процессе выполнения государственного задания Минобрнауки России (тема «Автоматический геодезический мониторинг природной среды и инженерных сооружений средствами малобюджетных высокоточных датчиков вертикальных перемещений в условиях Крайнего Севера», № FEFS-2023-0003).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Иванько А. Ф., Иванько М. А., Бурцева М. Б. Дополненная и виртуальная реальность в образовании // Молодой ученый. – 2018. – № 37 (223). – С. 11–17.
3. Кирьянов Д. А. Особенности организации и классификация интерфейсов виртуальной реальности // Программные системы и вычислительные методы. – 2022. – № 2. – С. 25–40. – DOI 10.7256/2454-0714.2022.2.38214.
4. Рахронов А. Б. Внедрение виртуальной реальности в образовательный процесс: достоинства и недостатки // European science. – 2020. – № 5 (54). – С. 39–41.
5. Рахматуллаев А. Н., Иманбек Р. К., Рахымова А. Р. Технология виртуальной реальности // Молодой ученый. – 2021. – № 18 (360). – С. 50–58.
6. Славин О. А., Гринь Е. С. Обзор технологий виртуальной и дополненной реальности // Труды Института системного анализа РАН. – 2019. – № 3. – С. 42–54. – DOI 10.14357/20790279190304.
7. Liu D. The potentials and trends of virtual reality in education. A bibliometric analysis on top research studies in the last two decades // Virtual, Augmented and Mixed Realities in Education. – Singapore: Springer, 2017. – P. 105–130.
8. Очки виртуальной реальности для ПК [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://future2day.ru/ochki-virtualnoj-realnosti-dlya-pk-obzor-tekhnologii-i-vr-shlemov/>.
9. Рынок виртуальной реальности в России [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://momri.org/wp-content/uploads/2017/04/MOMRI-VR-market-in-Russia-April-2017-rus.pdf>.
10. Официальный сайт Unity3D [Электронный ресурс]. – URL: <http://unity3d.com/ru/>.
11. Справочник API Unity [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.unity3d.com/ru/current/ScriptReference/index.html>.

12. Best 3D modelling software of 2021 [Electronic resource]. – URL: <https://www.techradar.com/best/best-3d-modelling-software>.
13. Cristea F. Modeling & Rendering an Interior Scene using 3ds Max and Vray [Electronic resource]. – 2010. – URL: <http://cg.tutsplus.com/tutorials/autodesk^d-studio-max/modelling-and-rendering-an-interior-scene-in^ds-max/>.
14. Choi K. S., Schmutz B. Usability evaluation of 3D user interface for virtual planning of bone fixation plate placement [Electronic resource]. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100348>.
15. Industries that Use 3D Modeling Software [Electronic resource]. – 2013. – URL: <http://www.steves-digicams.com/knowledge-center/how-tos/video-software/6-in-dustries-that-use-3d-modeling-software.html#b>.
16. Pengyu Sh., Wan S. Research on landscape design system based on 3D virtual reality and image processing technology [Electronic resource] // Ecological Informatics. – 2021. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101287>.
17. Singh A. Best 3D Software [Electronic resource]. – 2011. – URL: <http://www.ibuzzle.com/articles/best-3d-software.html>.
18. Кирилов Н. А. Применение технологий виртуальной реальности в профессиональной подготовке специалистов в области геодезии // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 6. – С. 28–38. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-6-28-38.
19. Кирилов Н. А. Разработка симулятора работы с геодезическим оборудованием в режиме виртуальной реальности // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28, № 2. – С. 16–25. – DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-2-16-25.

Об авторах

Никита Александрович Кирилов – аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Валерий Степанович Хорошилов – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры космической и физической геодезии.

Получено 23.05.2024

© Н. А. Кирилов, В. С. Хорошилов, 2024

Scientific and methodological basis for developing a simulator for working with geodetic equipment

N. A. Kirilov¹, *V. S. Khoroshilov¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: kirilov-na@mail.ru

Abstract. One of the most promising ways to improve the learning process is the use of virtual reality (VR) technologies, which allow combining visual activity of students with other teaching methods for more effective information absorption. This article discusses the stages of creating a simulator for working with geodetic equipment. The main focus is on developing a conceptual model based on Unity and Blender software products, as well as the use of technical means of virtual reality. Algorithms for developing and operating the simulator, structural elements and features of adaptation to modern educational process requirements are explored; scientific and methodological principles reflecting the peculiarities of learning when using VR are formulated.

Keywords: virtual reality, geodetic equipment simulator, conceptual model, development and operation algorithm

REFERENCES

1. Podkosova, Ya. G., Varlamov, O. O., Ostrouh, A. V., & Krasnyanskij, M. N. (2011). Analysis of the prospects of using virtual reality technologies in distance learning. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki [Issues of Modern Science and Practice]*, 2 (33), 104–111 [in Russian].
2. Ivan'ko, A. F., & Burtseva, M. B. (2018). Augmented and virtual reality in education. *Molodoy uchenyy [Young scientist]*, 37 (223), 11–17 [in Russian].
3. Kir'yanov, D. A. (2022). Features of organization and classification of virtual reality interfaces. *Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody [Software systems and computational methods]*, 2, 25–40. DOI 10.7256/2454-0714.2022.2.38214 [in Russian].
4. Rahmonov, A. B. (2020). Introduction of virtual reality into the educational process: advantages and disadvantages. *European Science*, 5(54), 39–41 [in Russian].
5. Rakhmatullaev, A. N., Imanbek, R. K., & Rakhymova, A. N. (2021). Virtual reality technology. *Molodoy uchenyy [Young scientist]*, 18 (360), 50–58 [in Russian].
6. Slavin, O. A., & Grin', E. S. (2019). Review of virtual and augmented reality technologies. *Trudy Instituta sistemnogo analiza RAN [Proceedings of the Institute of System Analysis of the Russian Academy of Sciences]*, 3, 42–54. DOI 10.14357/20790279190304 [in Russian].
7. Liu, D. (2017). The potentials and trends of virtual reality in education. A bibliometric analysis on top research studies in the last two decades, *Virtual, Augmented and Mixed Realities in Education*, Singapore: Springer, P. 105–130.
8. Ochki virtual'noy real'nosti dlya PK. (2021). Virtual reality glasses for PC. Retrieved from <https://future2day.ru/ochki-virtualnoj-realnosti-dlya-pk-obzor-texnologii-i-vr-shlemov/> [in Russian].
9. Rynok virtual'noy real'nosti v Rossii. (2017). Virtual reality market in Russia. Retrieved from <http://momri.org/wp-content/uploads/2017/04/MOMRI.-VR-market-in-Russia.-April-2017-rus.pdf>. [in Russian].
10. Ofitsial'nyy sayt Unity 3D. Unity 3D official website. Retrieved from <http://unity3d.com/ru/>. [in Russian].
11. Spravochnik API Unity. Unity API Reference. Retrieved from <http://docs.unity3d.com/ru/current/ScriptReference/index.html>. [in Russian].
12. Best 3D modelling software of 2021. (2021). Retrieved from <https://www.techradar.com/best/best-3d-modelling-software>.
13. Cristea, F. (2010). Modeling & Rendering an Interior Scene using 3ds Max and Vray. Retrieved from <http://cg.tutsplus.com/tutorials/autodesk^d-studio-max/modelling-and-rendering-an-interior-scene-in^ds-max/>.
14. Choi, K. S., & Schmutz, B. (2020). Usability evaluation of 3D user interface for virtual planning of bone fixation plate placement. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100348>.
15. Industries that Use 3D Modeling Software. (2013). Retrieved from <http://www.steves-digicams.com/knowledge-center/how-tos/video-software/6-in-dustries-that-use-3d-modeling-software.html#b>.
16. Pengyu, Sh., & Wan, S. (2021). Research on landscape design system based on 3D virtual reality and image processing technology, *Ecological Informatics*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101287>.
17. Singh, A. Best 3D Software. (2011). Retrieved from <http://www.ibuzzle.com/articles/best-3d-software.html>.
18. Kirilov, N. A. (2022). Application of virtual reality technologies in the professional training of specialists in the field of geodesy. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27 (6), 28–38. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-6-28-38 [in Russian].
19. Kirilov, N. A. (2023). Development of a simulator for working with geodetic equipment in virtual reality mode. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 28 (2), 16–25. DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-2-16-25 [in Russian].

Author details

Nikita A. Kirilov – Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Valery S. Khoroshilov – D. Sc., Associate Professor, Professor of the Department of Space and Physical Geodesy.

Received 23.05.2024.

© *N. A. Kirilov, V. S. Khoroshilov, 2024*