

ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ WOODWORKING INDUSTRY

УДК 004.92:684.7

А. С. Чуйков, В. О. Куневич, Л. В. Игнатович
Белорусский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕБЕЛИ

Компьютерные технологии все больше интегрируются в технологические процессы деревообрабатывающих предприятий, заменяя частично или полностью традиционные. Не исключением стало и применение иммерсивных технологий в проектировании мебели, которые включают в себя взаимодействие человека с пространством, информацией, контентом. Иммерсивные технологии (immersive – «создающий эффект присутствия, погружения») – это дополненная реальность AR (augmented reality), виртуальная реальность VR (virtual reality) и смешанная реальность MR (mixed reality).

Иммерсивные технологии непрерывно усложняются и развиваются благодаря обилию технологий, программного и аппаратного обеспечения. В связи с активным становлением виртуальной реальности (VR) возникает высокий спрос на новый опыт в VR не только в массовой культуре, но в образовании, промышленности и других ведущих отраслях жизнедеятельности. Использование данной технологии позволит нам взаимодействовать и погружаться в информацию и продукт проектирования.

Рассмотренная в статье технология виртуальной реальности – VR позволяет в значительной степени упростить, сократить, а в некоторых случаях исключить некоторые этапы проектирования изделия, по сравнению с классическими методами трехмерного моделирования мебели, что, в свою очередь, позволит снизить продолжительность процесса и себестоимость готовой продукции.

Ключевые слова: проектирование, иммерсивные технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность.

Для цитирования: Чуйков А. С., Куневич В. О., Игнатович Л. В. Особенности иммерсивных технологий, применяемых при проектировании мебели // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252). С. 174–180.

A. S. Chuikov, V. O. Kunevich, L. V. Ignatovich
Belarusian State Technological University

FEATURES OF IMMERSIVE TECHNOLOGIES APPLIED IN FURNITURE DESIGN

Computer technologies are increasingly integrated into the technological processes of woodworking enterprises, replacing partially or completely traditional ones. The use of immersive technologies in furniture design, which includes human interaction with space, information, and content, was no exception. Immersive technologies (immersive – “creating the effect of presence, immersion”) are augmented reality (AR), virtual reality (VR) and mixed reality (MR).

Immersive technologies are continually becoming more sophisticated and evolving thanks to the abundance of technology, software and hardware. In connection with the active development of virtual reality (VR), there is a high demand for new experiences in VR not only in popular culture, but in education, industry and other leading sectors of life. Using this technology will allow us to interact and immerse ourselves in the information and product of the design.

The virtual reality technology – VR considered in the article makes it possible to significantly simplify, reduce, and in some cases exclude some stages of product design, in comparison with classical methods of three-dimensional furniture modeling, which, in turn, will reduce the duration of the process and the cost of the finished product.

Key words: design, immersive technologies, virtual reality, augmented reality.

For citation: Chuikov A. S., Kunevich V. O., Ignatovich L. V. Features of immersive technologies applied in furniture design. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature management. Processing of Renewable Resources*, 2022, no. 1 (252), pp. 174–180 (In Russian).

Введение. Интерес к виртуальной и дополненной реальности не угасает уже на протяжении многих лет. Еще 20 лет назад технология была доступна только мировым корпорациям, связанным с авиа- и машиностроением. Причиной тому были высокая стоимость и сложность в эксплуатации специального оборудования: использовались комнаты виртуальной реальности (CAVE), представляющие собой комплекс проекционных систем [1, 2].

С развитием оборудования для иммерсивных технологий спектр решаемых задач существенно расширился, как и количество компаний в различных сферах, которые смогли себе позволить данную технологию. Не стала исключением деревообрабатывающая промышленность, в частности мебельные предприятия.

Современные возможности, предоставляемые технологиями цифровой реальности, в значительной степени могут упрощать, сокращать и даже исключать некоторые этапы проектирования.

Как в любой бурно развивающейся сфере, терминологический аппарат «подтягивается» за реальными разработками, какие-то определения закрепляются, а какие-то перестают использоваться. То же происходит сейчас с иммерсивными технологиями [3].

Иммерсивные (eng. immersive – погружать) – технологии полного или частичного погружения в виртуальный мир или различные виды смещения виртуальной реальности и реальной реальности. Они характеризуются следующими терминами:

VR (virtual reality – виртуальная реальность) – полностью смоделированная реальность с применением шлема с датчиками или без него. Создается не только с помощью 3D сцены, но и звука, тактильных ощущений и даже запахов;

AR (augmented reality – дополненная реальность) – augmented надо переводить скорее как «добавленная». То есть мы добавляем в нашу реальную реальность элементы виртуальной, смоделированной реальности;

MR (mixed reality – смешанная реальность) – термин появился благодаря запуску Windows Mixed Reality. Сам термин говорит о некоем конкретном типе устройств, а также способах смещения реальности;

360-градусное фото, видео – контент, состоящий из одного 360-градусного или нескольких сшитых фото и видео [4].

Разберем решение задач, с которыми могут справляться данные технологии при проектировании мебели.

Во-первых, при загрузке или проектировании 3D-модели в VR проектировщик видит свой проект в масштабе 1:1 и может точнее оценить качество и эргономические свойства объекта. Такая визуализация позволяет совершить наглядную проверку продукта, выявить ошибки на ранних стадиях проектирования, что значительно экономит время и энергозатраты. Помимо всего, проект может быть представлен заказчику в виртуальном формате не только как отдельный объект, а может быть встроен в среду, в которой заказчик будет взаимодействовать с этим объектом в реальности.

Во-вторых, применение иммерсивных технологий позволит обеспечить обучение молодых специалистов, уменьшить затраты на их подготовку, повысить скорость работы и качество проектирования, снизить риск аварии или поломки дорогостоящего оборудования.

Анализируя результаты применения VR в мировой практике, можно сделать вывод, что многим мировым предприятиям удалось сэкономить до 12 месяцев от общего времени на разработку проекта и на 90% избавиться от эргономических проблем (обеспечение удобства работы и безопасности персонала на высоком уровне) [2].

Основная часть. Несомненно, процесс моделирования в виртуальной среде позволяет создавать любые изделия, включая самые сложные и трудоемкие, при этом снижая риски, связанные с ошибками конструктора.

На основании вышеприведенных преимуществ и характеристик различных иммерсивных технологий было принято решение уделить пристальное внимание технологии VR – виртуальной реальности. VR погружает пользователя в искусственно смоделированные измерения, которые полностью отключают человека от внешнего мира. Надев VR-очки, мы видим, что взаимодействие происходит с виртуальными предметами, а ощущение реального пространства сводится к минимуму. Такой подход концентрирует на процессе моделирования, позволяет поместить пользователя практически в любую ситуацию.

Исходя из этого, была поставлена цель: реализовать виртуальное пространство имитирующее комнату с определенным набором мебели, добиться эффекта полного погружения благодаря внедрению логики движений элементов мебели как в реальном пространстве. В качестве объекта реализации был выбран набор мебели для кухни, который состоит из модульных единиц: навесные горизонтальные шкафчики, напольные шкафчики с тремя выдвигаемыми ящиками, один стеллаж [5–7].

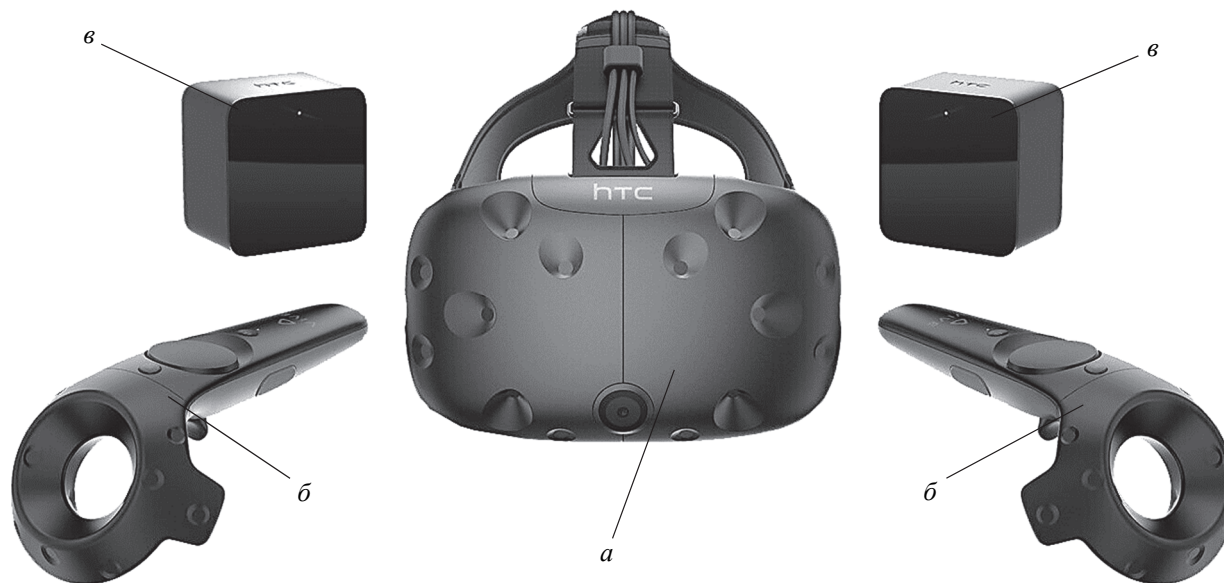


Рис. 1. Изображение применяемого оборудования для использования виртуальной реальности:
 а – шлем виртуальной реальности HTC Vive; б – контроллеры перемещения HTC Vive;
 в – датчики контроля движения Lighthouse

Известно, что виртуальное погружение человека происходит при помощи дополнительного оборудования. Для работы нам необходимы: шлем виртуальной реальности (Head Mounted Display – HMD), контроллеры (Motion Controller) и датчики контроля движений, которые представлены на рис. 1.

В качестве используемого устройства был выбран VR-шлем HTC Vive.

Данная аппаратура была разработана в результате партнерства тайваньской компании HTC и американской компании Valve, где HTC выступала в качестве поставщика аппаратного обеспечения, а компания Valve – программного SDK в виде Steam VR/OpenVR. Аппаратное обеспечение Vive позволяет отслеживать вращение, а также положение в пространстве шлема и контроллеров движения с помощью системы датчиков Lighthouse (рис. 1). Базовые станции передают оптические сигналы на шлем виртуальной реальности и контроллеры (рис. 1) [8].

Контроллеры Vive (рис. 1) позволяют отслеживать вращение и перемещение при помощи системы Lighthouse. Каждый контроллер содержит круговой трекпад, который работает как аналоговый джойстик или кнопка, а также кнопку под указательный палец («спусковой крючок»), кнопку меню и кнопку «Захват». Работа с контроллерами обеспечивается при помощи OpenVR SDK.

Можно выделить следующие преимущества данного аппаратного обеспечения.

1. HTC Vive позволяет использовать roomscale. Roomscale – это парадигма дизайна для виртуальной реальности, которая позволяет пользователям свободно ходить по игровой площадке, а их реальные движения отражаются в виртуальной реальности.

2. Vive использует для работы два контроллера перемещения, это является преимуществом, так как основная задача проекта – взаимодействие с объектами.

Перед тем как начать работу, необходимо установить действующую рабочую зону. Поставленная задача требует выполнения следующих действий: оценить доступное свободное пространство, установить датчики по диагонали под углом наклона 30–45°, настроить рабочую зону. Создание виртуального пространства, объектов и конструкций мебели заключается в разработке управляющих программ. Помимо оборудования, необходимо программное обеспечение, которое предоставляет все возможные функции для его создания.

Для реализации поставленной задачи было выбрано программное обеспечение Unreal Engine 4 [9].

И первым шагом на пути реализации виртуального пространства является настройка базовой структуры управляющей программы.

На рис. 2 представлен скриншот интерфейса с шаблонами приложений Unreal Engine. Данное программное обеспечение на начальном этапе предоставляет разновидности проектов с базовым набором функций: взаимодействие с объектами, и использование телепортации пользователя в качестве перемещения.

Запускается программа Unreal Engine, и пользователь попадает на первое окно Unreal Project Browser (основное хранилище проектов). В нем можно создать новый проект или открыть уже существующий. Следующий шаг – переход на закладку New project. В разделе Blueprint выбираем Virtual Reality.

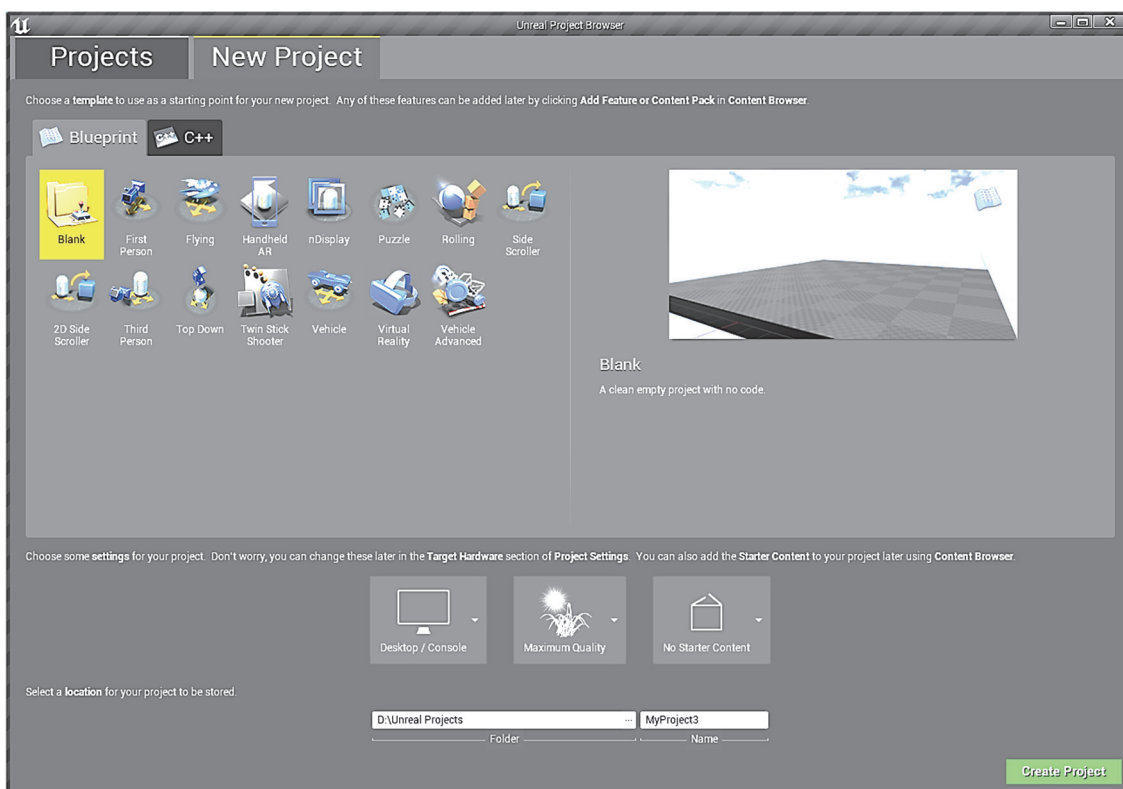


Рис. 2. Скриншот интерфейса Project Browser, на котором отображаются варианты шаблонов для создания приложений, в нижней части располагаются настройки выбранного шаблона

Затем, внизу экрана, в настройках проекта (Project setup) выбираем Desktop/console, Maximum Quality (максимальное качество) и No starter content (без начальных данных), а в расположение (Location) прописываем путь к файлам проекта.

В браузере данных (content browser) необходимо перейти в папку VirtualRealityBP/maps и открыть «MotionControllerMap».

Появляется сгенерированный уровень, который и будет использоваться. Для органичного восприятия виртуального пространства пользователем лучшей формой передвижения является отсутствие искусственного перемещения. Однако сопоставление реальных действий пользователя с персонажем VR порождает большое количество ограничений, в первую очередь несоответствие реального пространства VR-персонажа и пространства для отслеживания шлема, поэтому при создании проекта мы не сможем обойтись без альтернативных решений. Чтобы избежать зрительного и вестибулярного несоответствия, которое возникает в условиях, когда VR персонаж находится в движении, а пользователь в реальном мире неподвижен, большинство разработчиков полагаются на систему телепортации. Данная система основана на мгновенном перемещении пользователя из текущего местоположения в другое в виртуальном пространстве [10].

В нашем случае телепортация объединена с естественными движениями для увеличения

расстояния за границы физического пространства пользователей.

Следующим этапом в процессе реализации задачи является непосредственно моделирование объектов мебели.

Моделирование в Unreal Engine происходит, в большинстве случаев, с применением функции Boolean. К логическим операциям относятся объединение, вычитание и пересечение. В операциях всегда используются только два объекта, их называют операндами. Применяются булевские операции для того, чтобы вырезать из одного объекта отверстие формой второго объекта. Однако в настоящее время разработчики программного обеспечения, основанного на автоматизированном проектировании, черчения, трехмерном моделировании, внедряют возможность обмениваться файлами между любыми графическими программами. Не стало исключением Unreal Engine. Благодаря форматному файловому обмену с графическими программами, предназначенными для трехмерного моделирования, как, например, 3D Max, Maya, Fusion 360, Blender и т. д., мы имеем возможность основную часть моделирования выполнять в узкоспециализированных приложениях. Данная возможность позволяет в значительной степени ускорить процесс создания виртуальных объектов и конструкций [11–13].

Первый этап работы заключался в создании трехмерных модулей кухни с использованием программного обеспечения Autodesk 3D Max.

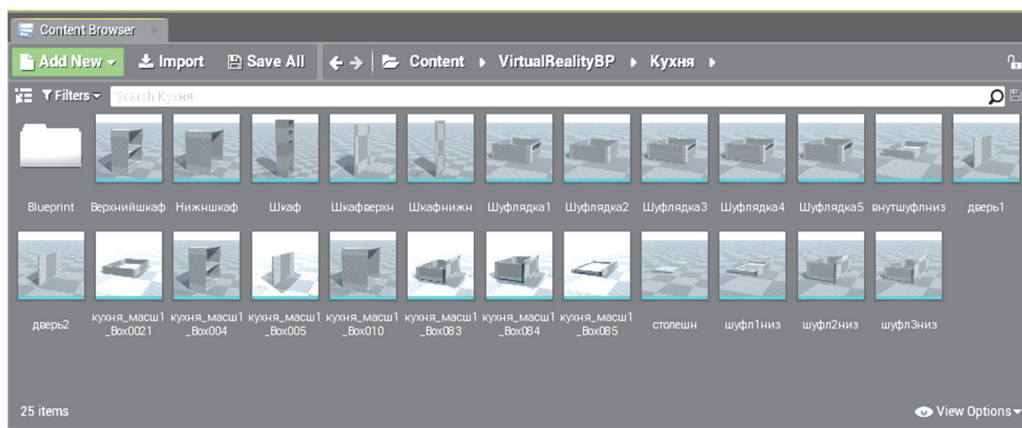


Рис. 3. Скриншот экспортированных трехмерных модулей кухни

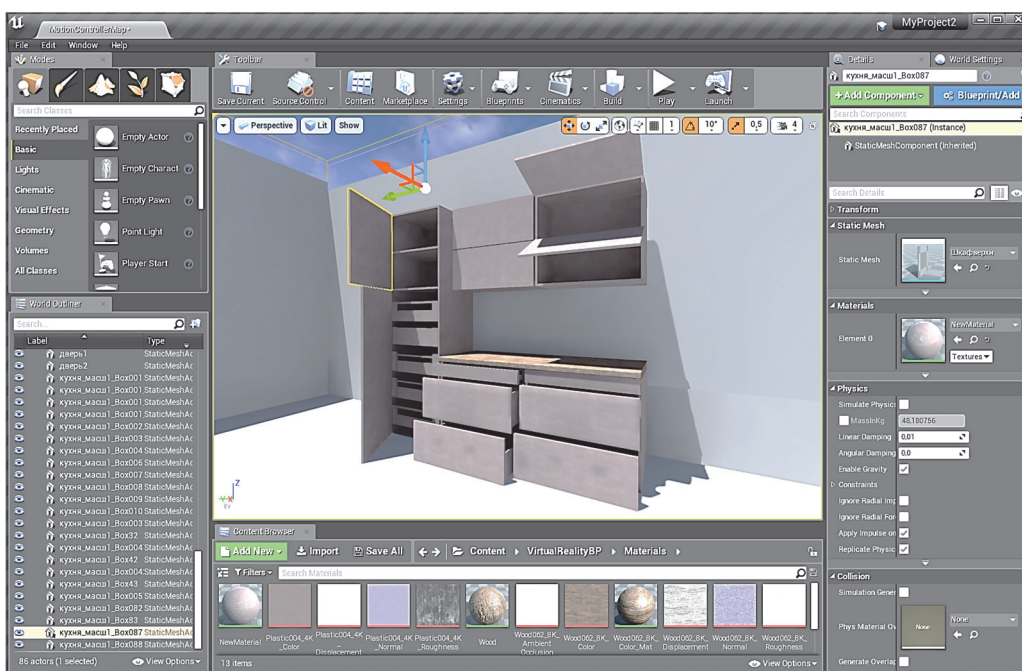


Рис. 4. Скриншот интерфейса рабочего пространства Unreal Engine, процесс присваивания объектам материала

Второй этап – с экспорта разработанных объектов корпусной мебели в формат *.fbx или *.obj. Результат экспорта показан на рис. 3. Каждый подвижный элемент должен быть экспортирован как отдельный объект. Все модели должны иметь развертку: чем ровнее она будет, тем качественнее на нее ляжет текстура в Unreal Engine [14].

Третий этап предполагает доработку моделей в Unreal Engine. Изменять положение и ориентацию моделей можно за счет функций «перемещение» (Move), «масштаб» (Scale) и «поворот» (Rotate).

На четвертом этапе необходимо настроить материалы, которые будут присвоены 3D-объектам.

Для подготовки базового материала нам необходимо сделать набор простых текстур с базовыми настройками:

- текстура для базового цвета (Base Color);
- текстура для нормалей (Normal map);

– карта окклюзий, рафнесса, металлика и высоты, карты эмиссива, поверхностного рассеивания и масок [9, 15].

Все собранные карты необходимо объединить в один нод в редакторе материалов (Material Editor). В результате получается готовый материал, который можно присваивать любому объекту в сцене. На рис. 4 представлен виртуальный кухонный гарнитур с установленным материалом.

Далее создается Blueprint, в котором объединяются все составные части итогового объекта и с помощью функции программирования внедряется логика движения элементов в ответ на взаимодействие с ними пользователя.

Blueprints – это система визуального скриптинга Unreal Engine 4. Она является быстрым способом создания прототипов управляющих программ. Для реализации полноценного набора действий персонажа в виртуальной реальности используются

функции программирования. Однако UE4 позволяет вместо построчного написания кода все делать визуально: перетаскивать ноды (узлы), задавать их свойства в интерфейсе и соединять их «провода» [9, 16].

Заключаящим действием процесса программирования является тестирование. На панели инструментов запускается режим прототипа финального продукта, и в условиях виртуальной реальности происходит проверка качества взаимодействия человека с виртуальными объектами мебели.

Заключение. В результате выполнения поставленной цели установлено, что в сравнении с классическими методами трехмерного моделирования применение VR позволило сэкономить до 30% времени на разработку проекта.

Использование современных иммерсивных технологий на примере VR позволяет анализировать изделия мебели в масштабе 1:1, создавать, вносить изменения и оценивать качество. Виртуальная реальность помогает оценить эргономические

и функциональные решения еще на этапе моделирования или текстурирования объектов, это, в свою очередь, значительно экономит трудовые, материальные и временные ресурсы при реализации, что отражает особенности применения данных технологий при проектировании мебели.

Следует отметить, что технология виртуальной реальности позволяет оценить уровень готовности виртуального пространства в любой момент проектирования.

В настоящее время технология VR предоставляет полный набор интегрированных решений: от функционального оборудования до доступного специализированного программного обеспечения. Внедрение подобных технологий и оборудования на мебельных предприятиях Республики Беларусь позволит обеспечить высокий уровень проектных (конструкторских) работ, дизайнерских решений, улучшить качество мебели и повысить ее конкурентоспособность.

Список литературы

1. Иммерсивные технологии (VR, MR, AR, 3D интерактив, 3D mapping) // УГМК-Телеком. М., 2007. URL: <https://ut-b2b.ru/otraslevye-resheniya/tekhnologii/immersivnye-tekhnologii-vr-mr-ar-3d-interaktiv-3d-mapping/> (дата обращения: 24.09.2021).
2. VR в промышленности // Habr. М., 2006. URL: <https://habr.com/ru/post/509374> (дата обращения: 24.09.2021).
3. AR, VR и MR технологии. Что это и как применять? // Хелмитон. М., 2021. URL: <https://helmeton.ru/blog/razlichiya-i-sfery-primeneniya-ar-vr-mr/> (дата обращения: 27.09.2021).
4. Куда нас погружают иммерсивные технологии // Harb. М., 2006. URL: <https://habr.com/ru/company/vtb/blog/463707/> (дата обращения: 27.09.2021).
5. Барташевич А. А., Трофимов С. П. Конструирование мебели. Минск: Современная шк., 2006. 336 с.
6. Барташевич А. А., Гайдук С. С. Конструирование изделий из древесины. Минск: БГТУ, 2016. 145 с.
7. Чуйков А. С., Тулейко В. В., Игнатович Л. В. Использование аддитивных технологий для производства декоративных элементов мебели: материалы 85-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием). Минск, 2021. С. 116–117.
8. Сведения о контроллерах VIVE // Vive. М., 2011. URL: https://www.vive.com/ru/support/vive/category_howto/about-the-controllers.html (дата обращения: 03.10.2021).
9. Unreal Engine 4 Documentation // Epic Games. New York, 2004. URL: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/> (дата обращения: 03.10.2021).
10. Макеффри М. Unreal Engine VR для разработчиков. М.: Эксмо, 2019. 256 с.
11. Чуйков А. С., Игнатович Л. В. Особенности проектирования трехмерных моделей и конструкций декоративных элементов мебели и их изготовления // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 1 (240). С. 156–161.
12. Технология виртуальной и дополненной реальности для пространственного представления и обеспечения конкурентоспособности продукции деревообрабатывающих предприятий // Ярмарка инновационных разработок. Строительство: Технологии и Оборудование / А. С. Чуйков [и др.]. – Минск: ГКНТ, ГУ БелИСА, 2021. С. 12–13.
13. Шэннон Т. Unreal Engine 4 для дизайна и визуализации. М.: Бомбора, 2021. 363 с.
14. Архитектурная визуализация в Unreal Engine 4 // Habr. М., 2006. URL: <https://habr.com/ru/post/253503/> (дата обращения: 03.10.2021).
15. Гайд: создание мастер-материала в Unreal Engine // XYZ Media. М., 2020. URL: <https://media-xyz.com/ru/articles/1258-gaid-sozdanie-master-materiala-v-unreal-engin> (дата обращения: 05.10.2021).
16. Лоспинозо Д. С++ для профи. СПб.: Питер, 2021. 816 с.

References

1. Immersivnyye tekhnologii (VR, MR, AR, 3D interactive, 3D mapping). Available at: <https://ut-b2b.ru/otraslevye-resheniya/tekhnologii/immersivnye-tekhnologii-vr-mr-ar-3d-interaktiv-3d-mapping/> (accessed 24.09.2021) (In Russian).

2. VR in industry. Available at: <https://habr.com/ru/post/509374> (accessed 24.09.2021) (In Russian).
3. AR, VR and MR technologies. What is it and how to apply it? Available at: <https://helmeton.ru/blog/razlichiya-i-sfery-primeneniya-ar-vr-mr/> (accessed 27.09.2021) (In Russian).
4. Where immersive technologies are taking us. Available at: <https://habr.com/ru/company/vtb/blog/463707/> (accessed 27.09.2021) (In Russian).
5. Bartashevich A. A., Trofimov S. P. *Konstruirovaniye mebeli* [Furniture design]. Minsk, Sovremennaya shkola Publ., 2006. 336 p. (In Russian).
6. Bartashevich A. A., Hayduk S. S. *Konstruirovaniye izdeliy iz drevesiny* [Construction of wood products]. Minsk, BGTU Publ., 2016. 145 p. (In Russian).
7. Chuikov A. S., Tuleyko V. V., Ignatovich L. V. The use of additive technologies for the production of decorative elements of furniture. *Materialy 85-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava nauchnykh sotrudnikov i aspirantov (s mezhdunarodnym uchastiyem)* [Materials of 85th Scientific and Technical Complex of the teaching staff, research workers and postgraduate students (with international participation)]. Minsk, 2021, pp. 116–117 (In Russian).
8. About VIVE controllers. Available at: https://www.vive.com/ru/support/vive/category_howto/about-the-controllers.html (accessed 03.10.2021) (In Russian).
9. Unreal Engine 4 Documentation. Available at: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/> (accessed 03.10.2021).
10. Makeffrey M. *Unreal Engine VR dlya razrabotchikov* [Unreal Engine VR for Developers]. Moscow, Eksmo Publ., 2019. 256 p. (In Russian).
11. Chuikov A. S., Ignatovich L. V. Features of designing three-dimensional models and structures of decorative furniture elements and their manufacturing. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2021, no. 1 (240), pp. 156–161 (In Russian).
12. Chuikov A. S., Shetko S. V., Ignatovich L. V., Kunevich V. O. Virtual and augmented reality technology for spatial representation and ensuring the competitiveness of woodworking enterprises' products. *Yarmarka innovatsionnykh razrabotok. Stroitel'stvo: Tekhnologii i Oborudovaniye* [Fair of innovative developments. Construction: Technologies and equipment]. Minsk, 2021, pp. 12–13 (In Russian).
13. Shannon T. *Unreal Engine 4 dlya dizayna i vizualizatsii* [Unreal Engine 4 for Design and Rendering]. Moscow, Bombora Publ., 2021. 363 p. (In Russian).
14. Architectural rendering in Unreal Engine 4. Available at: <https://habr.com/ru/post/253503/> (accessed 03.10.2021) (In Russian).
15. Guide: creating master material in the Unreal Engine. Available at: <https://media-xyz.com/ru/articles/1258-gaid-sozдание-master-materiala-v-unreal-engin> (accessed 05.10.2021) (In Russian).
16. Lospinozo D. *C++ dlya profi* [C++ for the pros]. St. Petersburg, Piter Publ., 2021. 816 p. (In Russian).

Информация об авторах

Чуйков Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: offlex88@mail.ru, offlex88@belstu.by

Игнатович Людмила Владимировна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ignatovich@belstu.by, lignatovich6@gmail.com

Куневич Валерия Олеговна – младший научный сотрудник кафедры технологии и дизайна изделий из древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: leruse@bk.ru

Information about the authors

Chuikov Aleksey Sergeevich – PhD (Engineering), Head of the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: offlex88@mail.ru, offlex88@belstu.by

Ignatovich Lyudmila Vladimirovna – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ignatovich@belstu.by, lignatovich6@gmail.com

Kunevich Valeria Olegovna – Junior Researcher of the Department of Technology and Design of Wooden Articles. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: leruse@bk.ru

Поступила 20.10.2021