

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 14.35.21

DOI [10.53002/038](https://doi.org/10.53002/038)

УДК: 004.946:004.92:37.018.43

Й.П.Бубелис, Д.В.Станкевич, Ж.И.Титова

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(E-mail: i.bubelis@tttu.edu.kz, d.stankevich@tttu.edu.kz, zh.titova20@tttu.edu.kz)*

#### **Разработка обучающего VR-симулятора сборки персонального компьютера**

В статье рассматривается разработка обучающего VR-симулятора для сборки персонального компьютера. Цель проекта – создание интерактивной среды, позволяющей пользователю получить практические навыки сборки ПК без физического оборудования. Использование движка Unity, XR Interaction Toolkit и OpenXR обеспечивает реалистичную визуализацию и моделирование физических процессов. Представленный прототип включает 3D-модели компонентов, взаимодействие в VR и обучающие подсказки. Проект направлен на повышение эффективности обучения через иммерсионную практику, улучшение усвоения материала и масштабируемость для будущих образовательных модулей. Работа демонстрирует потенциал VR в техническом обучении и развитии прикладных ИКТ-компетенций.

*Ключевые слова:* VR, симулятор, сборка ПК, Unity, обучение, интерактивность, виртуальная реальность, XR Toolkit, моделирование, техническое образование.

#### *Введение*

В последние годы виртуальная реальность (VR) активно используется для образовательных и тренажёрных целей. VR позволяет создать immersive-среду, в которой можно изучать различные процессы и навыки, не имея физического взаимодействия с объектами. Это особенно важно в областях, где обучение требует практических навыков, таких как сборка компьютеров. Технологии VR открывают новые горизонты для практического обучения, позволяя пользователям проходить шаг за шагом через сложные процессы, как, например, сборка персонального компьютера.

Сборка ПК является важной и популярной областью знаний, которая представляет собой не только увлекательное хобби, но и важный практический навык. Для многих людей процесс сборки компьютера может показаться сложным, но с развитием образовательных технологий это становится доступным и понятным.

Цель данного проекта – создание интерактивной VR-среды, в которой пользователь может поэтапно собирать ПК, получая при этом необходимые знания и опыт.

#### *Краткий обзор аналогов и новизна подхода*

Среди существующих аналогов можно выделить игру «PC Building Simulator», которая представляет собой симулятор сборки ПК. В этой игре пользователи могут собирать компьютер, прикручивая и вставляя различные компоненты в нужные слоты. Также в игре есть режим карьеры, где игроки зарабатывают деньги на сборке ПК. Главная цель игры - научить людей собирать ПК, показать, что этот процесс может быть увлекательным и интересным, а также стать инструментом для тестирования различных сборок без необходимости тратить деньги на реальные компоненты.

«PC Building Simulator» ориентирован на людей, которые любят экспериментировать с ПК-компонентами, но не хотят тратить время и силы на физическую сборку, упаковку и подключение всех проводов. Однако, несмотря на свою ценность, игра ограничена традиционными методами взаимодействия с пользователем и не использует возможности виртуальной реальности.

### Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Представляемый проект предлагает новизну в подходе, используя VR-технологии для создания более погружающей и интерактивной среды. В отличие от традиционного симулятора, в котором пользователь управляет действиями через экран, VR позволяет делать процесс сборки более естественным и увлекательным, используя полное взаимодействие с объектами в трехмерном пространстве. Это делает обучение сборке ПК более интуитивным и практическим, что значительно улучшает усвоение материала.

#### Постановка задачи

Основные требования к системе:

- Реалистичная визуализация комплектующих и их взаимодействий. Все компоненты ПК будут детализированы с учётом их реальных физических характеристик и текстур.
- Имитация физических процессов. Например, правильное подключение кабелей, защёлкивание компонентов в слоты, а также моделирование возможных ошибок при неправильной сборке.
- Обучающая составляющая. Подсказки, режим обучения и экзамен для проверки усвоенного материала.

Реализованную сцену лаборатории сборки ПК можно увидеть на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общее представление сцены сборки ПК в VR: компоненты представлены на рабочих поверхностях

Таким образом, в проекте необходимо решить следующие задачи:

- Моделирование компонентов ПК.
- Разработка интерактивной логики сборки.
- Реализация сценариев взаимодействия с пользователем.

#### Методология разработки

Для разработки VR-приложения был выбран движок Unity, который предоставляет мощные инструменты для создания виртуальной реальности и является одним из самых популярных среди разработчиков VR-приложений. Unity предлагает гибкость, доступность и широкие возможности для создания интерактивных VR-опытов.

Для взаимодействия с объектами в VR используется XR Interaction Toolkit, который интегрируется с Unity и поддерживает основные взаимодействия, такие как захват и перемещение объектов в трехмерном пространстве [1]. Этот инструмент помогает реализовать повседневные действия в VR, такие как перетаскивание и защёлкивание компонентов, что идеально подходит для симуляции сборки ПК.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Важным элементом является настройка OpenXR, стандартного интерфейса для работы с различными VR-устройствами [2]. Он позволяет поддерживать устройства как Android, так и ПК-платформы, что обеспечит совместимость с различными устройствами, включая Meta Quest 2. Meta Quest 2, в частности, подключается через Meta XR SDK, предоставляемое Oculus [3], что позволяет оптимизировать работу устройства и использовать все его возможности (рис. 2).

Чтобы ускорить процесс разработки, был использован VR-шаблон от Unity [4], который представляет собой готовую базу для создания VR-проектов, включающую примеры и стандартные настройки взаимодействия с объектами. Этот шаблон помогает сэкономить время на настройку базовой структуры приложения и позволяет сосредоточиться на функционале и дизайне.

Для реализации физики и взаимодействия с объектами применяется Unity Physics [5], что позволяет создать реалистичные взаимодействия объектов в виртуальной среде. Например, скрипты для VR Grabbable Objects позволяют пользователю поднимать и перемещать объекты, а VR Snap Zones помогут точно привязывать комплектующие, например, процессор в сокет на материнской плате.

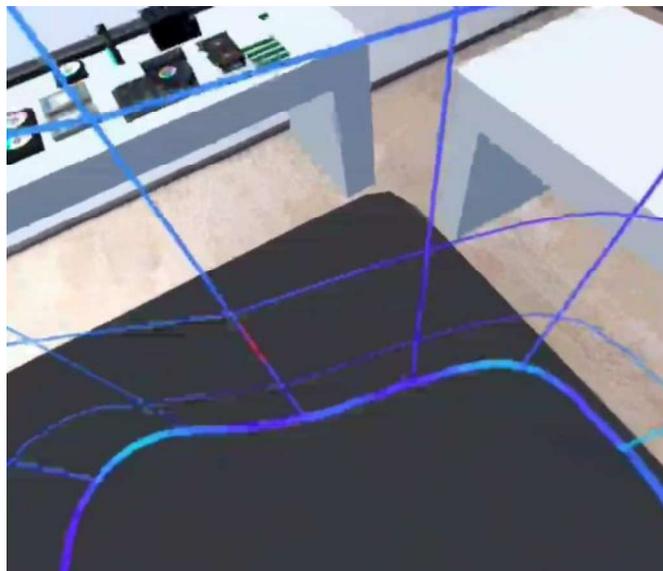


Рисунок 2 – Визуализация пространства взаимодействия пользователя в VR-среде с включённой системой ограничений движения.

Оптимизация также является важным аспектом для обеспечения плавности работы приложения на устройствах, таких как Meta Quest 2. Для этого используется ряд техник, таких как уровни детализации моделей (LOD) и настройка FPS для VR-приложений, чтобы избежать лагов и обеспечить комфортное использование. Дополнительные рекомендации по оптимизации можно найти в официальной документации Oculus [6].

Для создания 3D-моделей компонентов ПК для симулятора используются популярные онлайн-ресурсы, такие как Sketchfab, CGTrader и Free3D, которые предоставляют готовые модели, а также ресурсы для оптимизации этих моделей для использования в VR.

Использование таких технологий и инструментов в рамках Unity даёт широкие возможности для создания интуитивно понятного и эффективного симулятора сборки ПК, который обеспечит пользователю качественный и увлекательный опыт обучения.

#### *Образовательная модель и интерактивность*

Подход к обучению через VR основывается на когнитивных и практических аспектах. В отличие от традиционных методов обучения, VR позволяет не только наблюдать за процессом, но и активно участвовать в нём, что способствует лучшему усвоению материала. Взаимодействие с объектами и непосредственное выполнение действий увеличивает вовлечённость и способствует закреплению знаний.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

В процессе сборки ПК пользователи будут получать подсказки, которые помогают им на каждом этапе. Подсказки будут даваться не только для правильных действий, но и для исправления ошибок. Например, если пользователь неправильно подключит кабель или установит компонент, система отреагирует, уведомив его об ошибке и предложив варианты решения проблемы.

Кроме того, будет реализован отдельный справочник, в котором подробно будут прописаны все компоненты ПК, их назначение. Это поможет глубже понять, как работает персональный компьютер и какие взаимодействия происходят между его частями.

Справочник также будет включать теоретические и визуальные материалы, что сделает процесс обучения не только интерактивным, но и познавательным на более глубоком уровне. В будущем планируется добавление подробных видеоматериалов и иллюстраций, чтобы ещё больше улучшить понимание сборки ПК.

Масштабируемость проекта предполагает добавление новых компонентов, улучшение графики и добавление новых обучающих режимов. В будущем можно будет добавить дополнительные разделы, такие как оптимизация сборки ПК [7], улучшение производительности или охлаждения, что расширит образовательную ценность проекта.

#### *Промежуточные результаты*

Проект представляет собой прототип VR-симулятора сборки ПК, выполненного на движке Unity. В сцене уже реализованы основные компоненты сборки: материнская плата, модули ОЗУ, процессор, система охлаждения, корпус и прочее. Пользователь перемещается в виртуальной среде и взаимодействует с объектами.

Оценка по критериям:

##### 1. Визуальное оформление.

Все ключевые элементы визуализированы чётко, геометрия компонентов близка к реальным. Корпус, ОЗУ, материнская плата, кулер – выглядят узнаваемо и правдоподобно. Пространство чистое, минималистичное – подходит для учебных целей. Свет и отражения выглядят аккуратно, не отвлекают. (рис. 3)

##### 2. Интерактивность (пока в разработке).

Пользователь может перемещать объекты, но механика ещё не реализует точной привязки (snap) или отклика. Пока отсутствует обратная связь при корректном/некорректном действии. Нет взаимодействия с UI, подсказками или системой помощи.

##### 3. Образовательная ценность.

Уже сейчас можно использовать как визуальный справочник для обучения структуре ПК.

После реализации логики сборки и обратной связи – можно будет эффективно формировать процедурные знания и навыки.



Рисунок 3 – Визуализация полностью собранного компьютера в трёхмерной среде

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

#### *Заключение*

Разработанный прототип VR-симулятора сборки персонального компьютера показывает высокую перспективность в качестве образовательного инструмента для формирования практических навыков. Визуальная реализация компонентов выполнена с достаточной степенью детализации, обеспечивая узнаваемость и наглядность. Пространственная организация сцены и минималистичный интерфейс создают комфортную среду для освоения материала.

На текущем этапе проект представляет собой визуальную основу, подходящую для дальнейшей интеграции интерактивных элементов: захвата объектов, пошаговых инструкций, обратной связи и режима оценки. После реализации интерактивной логики сборки и обучающих сценариев, симулятор сможет эффективно использоваться для имитационного обучения, в том числе в рамках формального и неформального образования в области компьютерных технологий.

#### Список литературы

1. Unity Technologies. XR Interaction Toolkit: документация по взаимодействию в VR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@latest> (дата обращения: 06.03.2025).
2. Unity Technologies. Настройка OpenXR в Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@latest> (дата обращения: 14.03.2025).
3. Meta Platforms Inc. Подключение и настройка Meta Quest 2 в Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-enable-meta-xr/> (дата обращения: 01.04.2025).
4. Unity Technologies. VR-шаблон XR Interaction Toolkit Examples [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/Unity-Technologies/XR-Interaction-Toolkit-Examples> (дата обращения: 02.04.2025).
5. Unity Technologies. Unity Physics: документация по физике в Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/PhysicsSection.html> (дата обращения: 02.04.2025).
6. Meta Platforms Inc. Оптимизация VR-приложений для Oculus Quest 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.oculus.com/blog/optimize-your-vr-app-for-oculus-quest/> (дата обращения: 02.04.2025).
7. Unity Technologies. Обучающий курс по созданию VR-приложений на Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.unity.com/pathway/vr-development> (дата обращения: 02.04.2025).

Й.П.Бубелис, Д.В.Станкевич, Ж.И.Титова

#### **Персоналды компьютерді жинау үшін оқытуға арналған VR-симуляторды дамыту**

Мақалада персоналды компьютерді жинау үшін оқытуға арналған VR-симуляторды жасаудың әдістері қарастырылады. Жобаның мақсаты – пайдаланушыға физикалық жабдыксыз ПК жинау дағдыларын игеруге мүмкіндік беретін интерактивті орта құру. Unity қозғалтқышы, XR Interaction Toolkit және OpenXR қолдану физикалық процестердің нақты көрінісін және модельдеуін қамтамасыз етеді. Ұсынылған прототипте құрамдас бөліктердің 3D-модельдері, VR-де өзара әрекеттесу және оқытуға арналған кеңестер бар. Жоба иммерсивті тәжірибе арқылы оқыту тиімділігін арттыруға, материалды жақсы меңгеруге және болашақ оқу модульдерін кеңейтуге бағытталған. Жұмыс VR-дың техникалық оқыту мен қолданбалы ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (ИКТ) құзыреттерін дамытудағы әлеуетін көрсетеді.

*Түйін сөздер:* VR, симулятор, ПК жинау, Unity, оқыту, интерактивтілік, виртуалды шындық, XR Toolkit, модельдеу, техникалық білім.

### **Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»**

Y.P. Bubelis, D.V. Stankevich, Zh.I. Titova

#### **Development of an Educational VR Simulator for Assembling a Personal Computer**

This article discusses the development of an educational VR simulator for assembling a personal computer. The aim of the project is to create an interactive environment that enables users to acquire practical PC assembly skills without the need for physical hardware. The use of the Unity engine, XR Interaction Toolkit, and OpenXR ensures realistic visualization and simulation of physical processes. The presented prototype includes 3D component models, VR interaction, and educational prompts. The project is designed to enhance learning effectiveness through immersive practice, improve knowledge retention, and support scalability for future educational modules. The work demonstrates the potential of VR in technical education and the development of applied ICT competencies.

*Keywords:* VR, simulator, PC assembly, Unity, education, interactivity, virtual reality, XR Toolkit, simulation, technical education.

#### References

1. Unity Technologies. XR Interaction Toolkit: dokumentatsiya po vzaimodeystviyu v VR [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@latest> (data obrashcheniya: 06.03.2025).
2. Unity Technologies. Nastroika OpenXR v Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@latest> (data obrashcheniya: 14.03.2025).
3. Meta Platforms Inc. Podklyuchenie i nastroiika Meta Quest 2 v Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-enable-meta-xr/> (data obrashcheniya: 01.04.2025).
4. Unity Technologies. VR-shablon XR Interaction Toolkit Examples [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://github.com/Unity-Technologies/XR-Interaction-Toolkit-Examples> (data obrashcheniya: 02.04.2025).
5. Unity Technologies. Unity Physics: dokumentatsiya po fizike v Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.unity3d.com/Manual/PhysicsSection.html> (data obrashcheniya: 02.04.2025).
6. Meta Platforms Inc. Optimizatsiya VR-prilozheniy dlya Oculus Quest 2 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://developer.oculus.com/blog/optimize-your-vr-app-for-oculus-quest/> (data obrashcheniya: 02.04.2025).
7. Unity Technologies. Obuchayushchiy kurs po sozdaniyu VR-prilozheniy na Unity [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://learn.unity.com/pathway/vr-development> (data obrashcheniya: 02.04.2025).