

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информационных систем  
и технологий в обучении

**РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ ОКАЗАНИЮ  
ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ МЕТОДАМИ  
ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 2 курса 271 группы  
направления 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника  
факультета КНиИТ  
Чеботарева Андрея Сергеевича

Научный руководитель

доцент, д. т. н.

\_\_\_\_\_

И. В. Вешнева

Заведующий кафедрой

к. п. н., доцент

\_\_\_\_\_

Н. А. Александрова

Саратов 2024

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Разработанная программа виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи развивает жизненно важным навыкам, которые могут спасти жизни в экстренных ситуациях. Традиционные методы обучения первой помощи часто ограничены использованием манекенов и сценариев, которые не всегда могут полностью имитировать реальные условия. VR, однако, позволяет создавать реалистичные и интерактивные обучающие среды, которые могут значительно улучшить процесс обучения. Магистерская работа посвящена исследованию применения технологии VR в обучении по оказанию первой помощи. В работе рассматриваются теоретические основы VR, технологии, лежащие в ее основе, а также процесс разработки и оценки виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи.

**Цель магистерской работы** — разработка виртуальной обучающей среды и выявление преимуществ и недостатков этого метода обучения.

Поставленная цель определила **следующие задачи:**

1. Изучить теоретические основы VR и ее применения в сфере здравоохранения;
2. Разработать виртуальную обучающую среду для оказания первой помощи.

**Методологические основы** разработки виртуальной среды в обучении по оказанию первой помощи представлены в работах J. Pottle [1], G. Burdea, P. Richard, P. Coiffet [6].

**Практическая значимость бакалаврской работы.** Разработанное приложение может использоваться для обучения оказанию первой медицинской помощи методами технологий виртуальной реальности.

**Структура и объем работы.** Магистерская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников и приложения. Общий объем работы — 61 страница, из них 61 страницы — основное содержание, включая 39 рисунков и 2 таблиц, список использованных источников информации — 20 наименований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Теоретические основы виртуальной реальности и ее применение в сфере здравоохранения» посвящен

исследованию основ виртуальной реальности, включая ее теоретические основы и применение в сфере здравоохранения.

В подразделе 1.1 описываются концепция и принципы технологии виртуальной реальности. Виртуальная реальность (VR) — это технология, которая создает иммерсивную имитацию реального мира, позволяя пользователям взаимодействовать с ней через специализированные устройства. VR стремится предоставить захватывающий и интерактивный опыт, погружая пользователя в виртуальную среду.

Технология VR основана на принципах погружения, взаимодействия, реалистичности и персонализации. Погружение достигается с помощью сенсорных стимулов, создавая иллюзию присутствия в виртуальном мире. Взаимодействие происходит через контроллеры или другие устройства ввода, обеспечивая ощущение контроля и присутствия. Реалистичность достигается за счет использования технологий, таких как 3D-моделирование, физически точная симуляция и реалистичное освещение.

Типичная система VR состоит из гарнитуры, контроллеров, компьютера и программного обеспечения. Гарнитура оснащена высококачественными дисплеями и датчиками, которые обеспечивают широкое поле зрения и точное отслеживание движений. Контроллеры имеют эргономичный дизайн и оснащены кнопками, триггерами и сенсорными панелями для интуитивного взаимодействия. VR — это мощная технология, которая трансформирует обучение, предоставляя захватывающий, интерактивный и персонализированный опыт.

В подразделе 1.2 рассматривается применение виртуальной реальности в обучении на примере базовых медицинских навыков. Повышенное погружение в VR создает захватывающую и реалистичную среду, которая позволяет учащимся полностью погрузиться в учебный материал. Это улучшение вовлеченности и мотивации приводит к более эффективному обучению. VR также позволяет учащимся взаимодействовать с виртуальной средой, манипулируя объектами, перемещаясь по ней и взаимодействуя с другими пользователями. Такая интерактивность обеспечивает практический опыт, который укрепляет понимание и способствует удержанию информации.

Реалистичность VR, достигаемая с помощью передовых технологий, создает виртуальные среды, которые выглядят и ощущаются как реальные. Эта

правдоподобность повышает достоверность учебных сценариев и обеспечивает более аутентичный опыт обучения. Кроме того, VR может адаптироваться к индивидуальным потребностям и предпочтениям учащихся, отслеживая прогресс, предоставляя индивидуальную обратную связь и подстраивая сложность виртуальной среды под уровень навыков учащегося. Это обеспечивает персонализированный опыт обучения, соответствующий уникальным потребностям каждого учащегося.

Наконец, VR предлагает улучшенную безопасность, позволяя учащимся практиковаться в опасных или сложных ситуациях в безопасной и контролируемой среде. Это особенно ценно для обучения в таких областях, как медицина, военное дело и авиация.

Однако есть и некоторые недостатки, связанные с использованием VR в обучении. Системы VR могут быть дорогими, что ограничивает их доступность для некоторых учебных заведений и учащихся. Кроме того, VR требует специализированного оборудования и программного обеспечения, которые могут быть подвержены техническим сбоям, что может прерывать обучение и создавать разочарование. Некоторые учащиеся также могут испытывать кинетическую болезнь при использовании VR, особенно при длительном использовании, что может отвлекать и мешать обучению.

Виртуальная реальность (VR) трансформирует сферу медицины и здравоохранения, предлагая инновационные решения для широкого спектра аспектов оказания медицинской помощи [1].

**Второй раздел «Технологии, лежащие в основе виртуальной реальности»** посвящен матричным представлениям преобразований и распознавания объектов, методам создания трёхмерных объектов окружения и их анимаций, а также методам обеспечения коммуникации пользователя и виртуальной обучающей среды.

В подразделе 2.1 описываются матричные представления преобразования и распознавания объектов на основе модели кватернионов. Положение объекта в трехмерном пространстве определяется его координатами  $(x, y, z)$  в выбранной системе отсчета, которая обычно представлена тремя взаимно перпендикулярными осями. Положение объекта  $r$  выражается в виде вектора положения, состоящего из упорядоченной тройки чисел, соответствующих координатам объекта по каждой оси. Вектор положения  $r$  выражается как

[2]:

$$r = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

Ориентация объекта описывает его поворот относительно системы отсчета. Ее можно определить с помощью углов Эйлера, матрицы поворота или кватернионов.

- Углы Эйлера  $(\alpha, \beta, \gamma)$  представляют поворот объекта вокруг каждой оси  $x$ ,  $y$  и  $z$  соответственно[3].

- Матрица поворота  $R$ : матрица  $3 \times 3$ , описывающая поворот вокруг произвольной оси [?].

Матрица поворота вокруг оси  $x$ :

$$\mathbf{R}_x(\phi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) \\ 0 & \sin(\phi) & \cos(\phi) \end{bmatrix}$$

Матрица поворота вокруг оси  $y$ :

$$\mathbf{R}_y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{bmatrix}$$

Матрица поворота вокруг оси  $z$ :

$$\mathbf{R}_z(\psi) = \begin{bmatrix} \cos(\psi) & -\sin(\psi) & 0 \\ \sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Кватернионы  $q$ : четырехмерные числа, обеспечивающие компактное представление поворота [4].

Кватернион, представляющий поворот:

$$\mathbf{q} = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \\ v \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \end{bmatrix}$$

где  $\theta$  - угол поворота, а  $v$  - вектор оси поворота.

В подразделе 2.2 приводятся методы создания трёхмерных объектов окружения и их анимаций. Существует несколько методов создания трёхмерных объектов окружения, каждый из которых имеет свои особенности и применяется в зависимости от конкретных задач и требований проекта.

Полигональное моделирование является одним из наиболее распространённых методов создания трёхмерных объектов в компьютерной графике. В этом методе объекты формируются из множества многоугольников, таких как треугольники и четырёхугольники, называемых полигонами. Процесс моделирования часто начинается с создания примитивных объектов, таких как кубы, сферы, цилиндры или конусы, которые затем изменяются и комбинируются для создания более сложных форм. Примитивные объекты представляют собой базовые формы, из которых можно создать практически любой объект.

Процедурное моделирование, с другой стороны, основано на применении модификаторов к объектам, что позволяет изменять их без изменения базовой геометрии. Это означает, что каждый модификатор применяется к исходному объекту последовательно, не влияя на его исходную форму. Процедурное моделирование позволяет быстро изменять параметры объектов и создавать сложные эффекты, такие как плитусы, волны, деформации и рельефы, сохраняя при этом исходную геометрию.

В подразделе 2.3 описываются модели создания реалистичных эффектов освещения с использованием трассировки освещения и метода запекания карт освещения. Трассировка лучей - это метод генерации изображений, который моделирует путь света в сцене, начиная с источников света и отслеживая его взаимодействие с объектами в сцене. Основным принципом состоит в том, чтобы для каждого пикселя на изображении отправить луч из камеры и определить, какой объект или объекты он пересекает, какой цвет имеет поверхность в этой точке и какие другие объекты влияют на его освещение.

Этот метод позволяет создавать изображения с высокой степенью реализма, так как он учитывает сложные эффекты освещения, такие как отражения, преломления, тени и мягкие тени [5].

Метод запекания карт освещения, известный как Lightmap Baking, направлен на оптимизацию производительности рендеринга и снижение нагрузки на систему. Оптимизация достигается путем предварительного расчета и

хранения карт освещения, что позволяет избежать необходимости вычислять освещение в реальном времени для каждого кадра. Предварительно созданные карты освещения быстро применяются к сцене, обеспечивая плавный и быстрый процесс визуализации. Также карты освещения активно используются для управления тенями, что дополнительно повышает реализм и убедительность визуального опыта.

В подразделе 2.4 рассматриваются методы обеспечения коммуникации пользователя и виртуальной обучающей среды. Виртуальная реальность обеспечивает коммуникацию пользователя и виртуальной обучающей среды с помощью устройств виртуальной реальности (VR), таких как очки VR и контроллеры, которые позволяют пользователю активно взаимодействовать с 3D объектами, включая их захват, перемещение и вращение, через разнообразные действия, такие как нажатие кнопок контроллера, выполнение жестов и движений руками, что создает непрерывный опыт виртуального взаимодействия, обогащающий обучающую среду и открывающий перед пользователями множество новых возможностей для исследования и экспериментирования в виртуальном пространстве.

**Третий раздел «Разработка программы виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи»** посвящен описанию разработки программы виртуальной обучающей среды для оказания первой помощи и коммуникации пользователя с виртуальной средой.

В подразделе 3.1 описывается анализ требований к виртуальной обучающей среде и техническое задание. Обучающая среда должна обеспечивать реалистичные сценарии, имитирующие реальные ситуации оказания первой помощи. Она должна быть интерактивной, позволяя обучающимся взаимодействовать с окружающей средой и получать обратную связь. Кроме того, среда должна отслеживать прогресс обучающихся и предоставлять рекомендации для улучшения. Для удобства использования приложение должно быть доступно на различных VR-устройствах с удобным пользовательским интерфейсом [6].

В подразделе 3.2 приведено описание среды разработки виртуальной реальности. Для разработки приложения обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности был выбран Unreal Engine 5 в качестве основного программного обеспечения. Его

передовые графические возможности обеспечивают реалистичное обучение, а встроенные инструменты виртуальной реальности упрощают разработку приложений для этой технологии. Интуитивно понятный интерфейс и поддержка сообщества разработчиков делают Unreal Engine 5 идеальным выбором.

В подразделе 3.3 описывается разработка трёхмерных объектов, скелета и анимаций. Для воплощения концепции приложения обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности были разработаны и реализованы различные трехмерные объекты, скелеты и анимации.

В подразделе 3.4 рассматривается процесс разработки логики взаимодействия пользователя с виртуальными объектами и оптимизированного освещения окружения. Методами визуального программирования была разработана логика взаимодействия пользователя с виртуальными объектами. Создание логики взаимодействия было разделено на 9 этапов: настройка рук; коллизия; триггеры; вызов события; трассировка лучей; хватание объектов; вызов анимации; переключение этапов алгоритма; телепортация в начальную точку.

В подразделе 3.5 описывается создание интерфейса и коммуникации пользователя с виртуальной средой. Перед запуском приложения обучения оказанию первой медицинской помощи необходимо связать очки виртуальной реальности с компьютером, на котором установлена разработанная программа. После запуска приложения с компьютера, открывается главное меню, в котором пользователю предоставляется выбор между двумя режимами - обучением и тестированием. При нажатии на "Начать обучение" в режиме обучения, у пользователя в очках виртуальной реальности загружается сценарий оказания первой медицинской помощи подростку. Если выбран режим тестирования, также предоставляется выбор локации. Перед началом прохождения теста, пользователь должен ввести свои личные данные - фамилию, имя и отчество. После прохождения тестирования, на рабочем столе компьютера создается Excel-файл, в котором записываются ФИО пользователя, время прохождения теста и результаты тестирования.

**Четвертый раздел «Экспериментальное исследование эффективности виртуальной обучающей среды»** содержит процесс организа-



ции и проведение эксперимента по обучению базовым медицинским навыкам в виртуальной среде, а также анализ результатов эксперимента.

В подразделе 4.1 описывается организация и проведение эксперимента по обучению базовым медицинским навыкам в виртуальной среде. Для проведения обучения базовым медицинским навыкам в виртуальной среде необходимо обеспечить наличие оборудования. Оператор поочередно надевает на каждого студента следующие устройства: контроллеры и очки виртуальной реальности. После надевания оборудования оператор подробно объясняет студенту управление устройствами и функции кнопок на контроллерах. После завершения обучения студент готов к прохождению теста в виртуальной среде. Оператор запускает тестовый сценарий на компьютере, и студент начинает взаимодействовать с виртуальной средой. Тест состоит из вопросов, связанных с алгоритмом оказания первой помощи, который студент изучал во время обучения в виртуальной среде.



Рисунок 1 – Пример взаимодействия оператора с пользователем

Весь процесс обучения для одного студента, включая надевание оборудования, инструктаж, обучение в виртуальной среде и тестирование, занимает от 10 до 15 минут, что позволяет оператору эффективно организовать процесс обучения.

Результативность обучения проявляется в количестве студентов, которые могут пройти обучение за час. При использовании 4 комплектов оборудования за час могут пройти обучение около 20 студентов благодаря параллельному обучению и оптимизации процесса, что позволяет эффективно

использовать оборудование.

В подразделе 4.2 представлен анализ результатов эксперимента. Проведенный эксперимент был направлен на оценку результативности приложения обучения оказанию первой медицинской помощи, разработанного на основе технологий виртуальной реальности VR. В данном разделе будут проанализированы результаты эксперимента, чтобы определить, насколько результативно приложение помогло участникам улучшить свои знания и навыки по оказанию первой помощи.

Результаты тестирования участников до и после обучения в виртуальной среде представлены в таблицах ниже:

Участник	Результат после стандартного тестирования	Результат после обучения в программе
Участник 1	56	95
Участник 2	57	68
Участник 3	66	87
Участник 4	58	67
Участник 5	41	63
Участник 6	77	90
Участник 7	56	83
Участник 8	70	70
Участник 9	47	88
Участник 10	55	63

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что приложение обучения оказанию первой медицинской помощи, разработанное на основе VR, эффективно улучшает знания и навыки участников. Средний балл участников после обучения значительно выше, чем до обучения, что указывает на значительное улучшение их понимания и умения оказывать первую помощь.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской работы была разработана система обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности. Для разработки приложения обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности был выбран Unreal Engine 5 в качестве основного программного обеспечения.

Система включает в себя несколько сценариев, моделирующих различные ситуации, в которых требуется оказание первой медицинской помощи. Сценарии разработаны с учетом рекомендаций международных организаций по оказанию первой медицинской помощи.

В приложении обучения оказанию первой медицинской помощи методами технологий виртуальной реальности был реализован алгоритм сердечно-легочной реанимации подростка методами визуального программирования [4]. Этот алгоритм разработан с учетом современных методов искусственной реанимации и актуальных рекомендаций медицинских организаций [5]. Его использование в приложении обучения призвано повысить эффективность обучения и улучшить навыки оказания первой медицинской помощи, особенно в критических ситуациях, таких как сердечно-легочная реанимация подростков.

Система была протестирована группой добровольцев, которые отметили ее высокую реалистичность. Добровольцы отметили, что обучение в виртуальной реальности помогло им лучше понять принципы оказания первой медицинской помощи и повысило их уверенность в своих навыках.

Разработанная в рамках магистерской работы система обучения оказанию первой медицинской помощи с использованием технологий виртуальной реальности является инновационным инструментом, который может повысить уровень подготовки людей к оказанию первой медицинской помощи в различных ситуациях. Система имеет потенциал для дальнейшего развития и может внести значительный вклад в повышение осведомленности и навыков оказания первой медицинской помощи в обществе.

### **Основные источники информации:**

1 Pottle, J. Virtual reality and the transformation of medical education / J. Pottle // Future healthcare journal. 2019. Vol. 6, №. 3. P. 181.

- 2 Поваляев П. В. Система управления положением объекта в трехмерном пространстве. — 2019.
- 3 Буданов А. С., Егунов В. А. Использование углов Эйлера в инерциальных навигационных системах //Инженерный вестник Дона. — 2021. — №. 7 (79). — С. 120-127.
- 4 Мисюра Н. Е., Митюшов Е. А. Кватернионные модели в кинематике и динамике твердого тела. — 2020.
- 5 Haines E., Akenine-Möller T. (ed.). Ray Tracing Gems: High-Quality and Real-Time Rendering with DXR and Other APIs. — Apress, 2019.
- 6 Burdea, G. Multimodal virtual reality: Input-output devices, system integration, and human factors / G. Burdea, P. Richard, P. Coiffet. // International Journal of Human-Computer Interaction. 1996. Vol. 8. №. 1. P. 5-24.