

Применение иммерсивных технологий в образовательном процессе вуза

Д. Давыдова, А. А. Курганов, В. Е. Ляпунов, к.воен.н. Р. Г. Гильванов
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Санкт-Петербург, Россия
dayana-0820@bk.ru, kurganovss666@gmail.com, bladl1967@yandex.ru, gilvanov1950@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена улучшению качества восприятия учебной информации за счет применения иммерсивных технологий в образовательном процессе вуза. Приведены примеры изучения электронных устройств в дисциплине «Схемотехника» с помощью дополненной и виртуальной реальности.

Ключевые слова: образование, иммерсивные технологии, дополненная реальность, виртуальная реальность, смешанная реальность.

ВВЕДЕНИЕ

Образовательный процесс в любом вузе страны представляет собой взаимодействие педагогических работников и обучающихся, которая направлено на подготовку квалифицированных специалистов в соответствии с требованиями ФГОС ВО и требованиями профессиональных стандартов. Выполнение этих требований обеспечивает качество получения высшего образования. Известно, что качество образования является комплексной характеристикой образовательной деятельности. Образовательная деятельность представляет собой специально организованный педагогический процесс, направленный на создание оптимальных условий взаимодействия участников образования для решения задач воспитания и обучения личности. Качество образования обучающегося выражает степень достижения им планируемых результатов образовательной программы. Согласно Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» под образованием понимается единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно нравственного, творческого, физического и профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов [1].

Когда мы говорим об образовании и повышении эффективности ее организации и проведения, уместно вспомнить выдающегося чешского педагога-гуманиста Яна Коменского (1592–1670), основателя педагогики как самостоятельной дисциплины. Он разработал классно-урочную систему обучения и рекомендовал в обучении использовать наглядные пособия [2]. В подтверждение этого он выпустил первый в мире иллюстрированный детский учебник под названием «Orbis Sensualium Pictus» («Мир чувственных вещей в картинках»). Является создателем дидактических принципов: природосообразность, наглядность, последовательность, сознательность, посильность, прочность, систематичность [3].

Для достижения обучающимся результатов обучения образовательная система должна быть так организована, чтобы образовательный процесс обеспечивал возможность осуществления процесса обучения, в основе которого должны быть заложены современные педагогические, информационные, компьютерные, телекоммуникационные, дидактические и другие современные технологии, среди которых указываются и иммерсивные технологии.

ИММЕРСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

Понятие «иммерсивность» происходит от английского слова *immersion*, что означает «погружение» [4]. В российской педагогике под иммерсивностью понимают метод обучения, в котором в погружении делается акцент на внушение.

Понятие «технология» произошло от греческих слов *techne* (искусство, мастерство, умение) и *logos* (слово, учение). В целом понятие «технология» обозначает науку, знание, учение.

Иммерсивные технологии — это набор инструментов и методик погружения человека в окружающее пространство с использованием всех органов чувств.

В связи с этим под набором инструментов в обучении подразумевают совокупность программно-технических средств, способствующих погружению обучающегося в искусственно созданную среду — виртуальную реальность.

Использование иммерсивных технологий в обучении позволяет стимулировать обучающихся, улучшить качество знаний и развить творческие и критические навыки, повысить их мотивацию к обучению за счет создания ситуаций, которые более реалистичны, интерактивны и увлекательны. Еще одним преимуществом иммерсивных технологий является возможность учиться в любом месте и в любое время [5–7].

Поэтому главной целью использования иммерсивных технологий является улучшение образовательного процесса, обогащение процесса обучения новыми технологиями, позволяющими объяснить более детально сущность и содержание тех или иных процессов и явлений. Тем самым иммерсивные технологии будут способствовать лучшему усвоению учебного материала.

К иммерсивным технологиям относятся: виртуальная реальность (Virtual Reality, VR), дополненная реальность (Augmented Reality, AR), смешанная реальность (Mixed Reality, MR) и расширенная реальность (Extended Reality, XR).

Рассмотрим подробнее влияние иммерсивных технологий при обучении техническим наукам. Обучающимся на разработчика или инженера такие технологии позволяют работать с комплексными системами и процессами в виртуальной среде, что позволяет лучше понимать их функции

ональность и взаимодействие [5–7]. В разработке программного обеспечения иммерсивные технологии используются для создания виртуальных прототипов и тестирования новых функций и возможностей. Обучающиеся на разработчика также могут использовать гарнитуры виртуальной реальности для тестирования пользовательского интерфейса и взаимодействия с приложением в реалистичной среде.

В области кибербезопасности иммерсивные технологии могут быть использованы для создания виртуальных сред, которые помогают специалистам по безопасности лучше понимать уязвимости и угрозы. С помощью гарнитур виртуальной реальности можно практиковать различные сценарии атак и защиты, что помогает лучше подготовиться к реальным угрозам.

Таким образом, иммерсивные технологии могут быть очень полезны в IT-специальностях, так как они позволяют разработчикам и инженерам работать с комплексными системами и процессами в виртуальной среде, что помогает им лучше понимать их функциональность и возможности.

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Дополненная реальность (AR) — это технология, которая позволяет добавлять виртуальные объекты и элементы в реальный мир, который мы видим через камеру мобильного устройства или другие устройства AR [8]. Это означает, что можно смотреть на реальный мир через камеру на своем телефоне и увидеть на экране добавленные виртуальные объекты, которые могут взаимодействовать с реальным миром [9]. Например, можно посмотреть на комнату через камеру телефона и увидеть на экране добавленную виртуальную мебель, чтобы посмотреть, как она будет выглядеть в реальности. AR также может использоваться для игр, рекламы и обучения.

AR-технологии нашли широкое применение в образовании. Они могут улучшить процесс обучения, сделав его более интерактивным и привлекательным для учащихся. Некоторые примеры использования AR в образовании [10]:

1. Дополненные реальности, которые помогают детям изучать различные темы, такие как анатомия, география, астрономия и история. Виртуальные модели позволяют учащимся увидеть объекты, недоступные в реальной жизни, и способствуют лучшему пониманию материала.

2. Интерактивные учебники, которые позволяют студентам изучать материал с помощью AR. Обучающиеся могут использовать свои устройства для просмотра анимации, видео и других элементов, помогающих им лучше понять тему.

3. Возможность создания виртуальных лабораторий, где обучающиеся могут экспериментировать с различными материалами и процессами без риска повреждения себя или окружающей среды.

4. AR-технологии могут использоваться для создания интерактивных заданий и игр, которые помогут студентам закрепить материал и сделают процесс обучения более увлекательным.

5. Возможность использования AR для обучения иностранным языкам, где ученики могут увидеть визуальные элементы, связанные с новыми словами и фразами, что помогает им лучше запомнить материал.

AR-технологии становятся все более доступными и популярными в образовании, что позволяет улучшить процесс

обучения и сделать его более эффективным и интересным для обучающихся [11].

AR-технологии могут быть использованы в высшем образовании для улучшения процесса обучения и расширения возможностей обучающихся. В качестве примеров применения AR в высшем образовании можно привести следующие:

1. Расширение возможностей виртуальных туров. Здесь AR-технологии могут использоваться для создания виртуальных туров по университету, что позволяет обучающимся изучать новую обстановку, не выходя из дома. Это также может быть полезным для обучающихся, которые живут за границей или в другой части страны.

2. Обучение симуляциям и тренировочным модулям. AR-технологии могут использоваться для создания симуляций и тренировочных модулей в медицинской, инженерной и других областях. Это может помочь обучающимся получить дополнительную практику и подготовиться к реальной жизни.

3. Интерактивные лекции. AR-технологии могут быть использованы для создания интерактивных лекций, где обучающиеся могут участвовать в презентации, задавать вопросы и взаимодействовать с материалом.

4. Создание виртуальных объектов и моделей. AR-технологии позволяют создавать виртуальные объекты и модели, которые могут быть использованы в различных дисциплинах. Например, в инженерных дисциплинах обучающиеся могут создавать виртуальные модели машин и оборудования, а в художественных дисциплинах — виртуальные скульптуры и другие объекты.

5. Улучшенное обучение иностранным языкам. AR-технологии могут быть использованы для создания визуальных элементов, связанных с новыми словами и фразами, что помогает обучающимся лучше запоминать материал.

В целом AR-технологии предоставляют множество возможностей для улучшения качества образовательного процесса в высшем образовании, их использование может помочь обучающимся глубже понять материал и подготовиться к реальным ситуациям в области их специализации [12].

AR-технологии могут быть применены при изучении дисциплин, связанных с изучением электронных устройств, например в дисциплине «Схемотехника» для улучшения процесса проектирования и тестирования электронных устройств. Положительными моментами применения AR в схемотехнике являются:

1. Визуализация схем и компонентов. AR-технологии позволяют создавать виртуальные модели электронных схем и компонентов, которые могут быть отображены на экране устройства или AR-очках. Это позволяет инженерам и проектировщикам быстро и легко проверять функциональность схем и компонентов, а также легко идентифицировать проблемы.

2. Улучшенное обучение и обучающие программы. AR-технологии могут быть использованы для создания обучающих программ и симуляций для обучения инженеров и проектировщиков созданию схем и работе с компонентами. С помощью AR-технологий можно создавать интерактивные задания, в которых обучающиеся могут участвовать в процессе создания электронных устройств, а также получать мгновенную обратную связь.

3. Интерактивное тестирование. AR-технологии могут быть использованы для создания интерактивных тестов; с их помощью обучающиеся могут проверить свои знания в области схмотехники. Тесты могут содержать вопросы, в которых нужно распознать схемы, компоненты и диаграммы.

4. Улучшенное взаимодействие с клиентами. AR-технологии могут быть использованы для улучшения взаимодействия с клиентами, особенно при презентации и продаже электронных устройств. AR-технологии позволяют клиентам увидеть виртуальные модели электронных устройств в деталях, что помогает им лучше понять, как устройства будут работать и выглядеть в реальной жизни.

В целом AR-технологии предоставляют множество возможностей для улучшения процесса проектирования и тестирования электронных устройств в схмотехнике, их использование может помочь инженерам и проектировщикам работать более эффективно и точно [12].

Было разработано приложение, которое использует технологию дополненной реальности для отображения модели материнской платы (рис. 1). Пользователь может запустить приложение на своем смартфоне или планшете и направить камеру устройства на изображение материнской платы, распечатанное на бумаге или отображенное на мониторе.

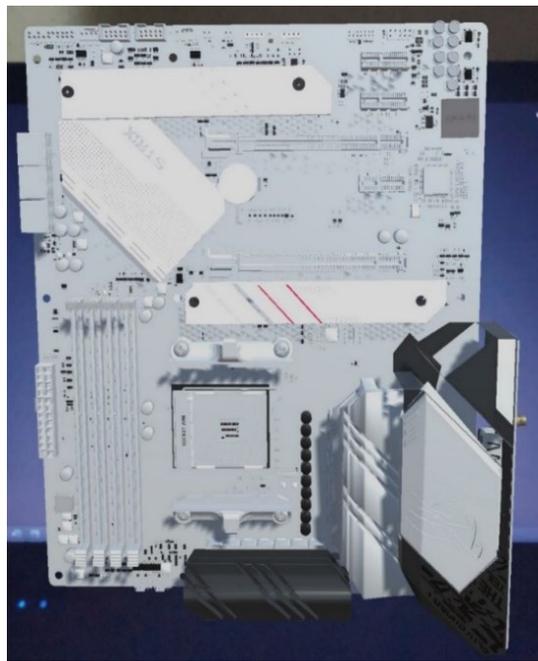


Рис. 1. Отображение трехмерной модели материнской платы

Приложение использует функции AR-технологии для создания виртуальной модели материнской платы, которая отображается поверх реального изображения. Пользователь может перемещать устройство и рассматривать модель с разных углов, приближать и отдалять ее для получения более детальной информации (рис. 2). В приложении можно выбрать определенный элемент на материнской плате, например процессор или слоты памяти, и получить более подробную информацию о его характеристиках и назначении. Приложение может отображать текстовую и графическую информацию, которая объясняет, как элемент работает и как он связан с другими компонентами материнской платы.

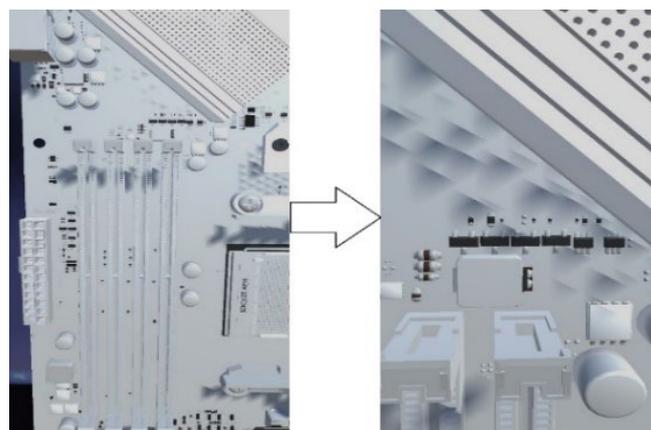


Рис. 2. Детальное рассмотрение частей трехмерной модели материнской платы

Такое приложение может помочь пользователям лучше понять устройство и назначение материнских плат, а также запомнить различные характеристики и параметры. Оно может быть полезным для изучающих информатику, электронику или компьютерные науки, а также для всех, кто интересуется технологиями и компьютерным оборудованием.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Виртуальная реальность (VR) — это технология, которая позволяет погружаться в смоделированные миры. Виртуальный мир создается компьютером, при этом все изменения внутри мира обрабатываются в реальном времени. Виртуальная реальность получила свое распространение в формате 360° в играх, симуляторах (тренажерах) и т. п.

Корпорации все больше внедряют VR-технологии для повышения квалификации своих сотрудников. Например, у Audi есть модульное обучение в виртуальной реальности с 20 различными программами на нескольких языках: так проходит обучение по логистике, обслуживанию и производству.

Технология VR начала активно развиваться в последние 5-10 лет, виртуальная реальность обладает большим потенциалом моделирования различных ситуаций. Виртуальная реальность состоит из 3D-моделей, программирования и анимации. Все вместе это дает искусственный мир, который можно создать с нуля или взять уже готовый. Главное свойство виртуальной реальности заключается в том, что человек может с помощью своих чувств воспринимать виртуальный мир. Речь идет о зрительных, слуховых, тактильных, обонятельных образах. При этом важна правдоподобность такой имитации. Еще одно важное свойство — интерактивность виртуального пространства. У пользователя должна быть возможность взаимодействовать с ним и влиять на него, при этом результат взаимодействия должен быть предсказуемым. Для погружения в этот мир необходимо специальное оборудование: игровые консоли; шлемы, очки виртуальной реальности.

Виртуальная реальность — это отличный вариант для интерактивного и полного погружения в среду. VR позволяет реализовать многое из того, что невозможно реализовать из-за дороговизны или невозможности физического присутствия в том или ином месте. Например, когда из-за пандемии COVID-19 обучающиеся не посещали физический класс, при помощи технологии виртуальной реальности у них была бы возможность заниматься в виртуальном

классе, проводить наглядные опыты, совершать виртуальные экскурсии [14].

Усвоение информации — это основной этап в процессе обучения и собственно результат учебной деятельности.

При различной подаче информации уровень ее усвояемости различается. Если преподаватель читает стандартную лекцию без сопровождения каким-либо иллюстративным материалом, уровень усвоения информации обучающимися равен 10-15 %. Использование презентации в лекции дает 25 % усвоения информации. При использовании преподавателем интерактивных методов обучения обучающимися может восприниматься до 65 % информации.

Преимущества использования VR-технологий [15]:

1. Безопасность. Смоделированные ситуации будут безопасны для пользователей.
2. Наглядность. VR позволяет рассматривать объекты и процессы более детально.
3. Эффект присутствия. VR позволяет создать искусственный мир и имитировать различные ситуации.
4. Интерактивность. Создание различных моделей и их взаимодействие между собой.
5. Понимание. При изучении или обучении пользователю можно не бояться совершить ошибку, ведь все можно начать сначала и детально изучить допущенные ошибки, чтобы в будущем их не совершать.

Недостатки виртуальной реальности [15]:

1. Так как технология VR достаточно новая, то для нее пока существует мало библиотек и инструментов, что значительно увеличивает стоимость разработки программного обеспечения.

2. Из-за разности восприятия некоторым людям будет тяжело освоиться в виртуальной реальности.

3. При внедрении в образовательный процесс придется нанимать или обучать собственных специалистов для работы с VR, а также менять программу обучения.

4. Из-за новизны технологии оборудование очень быстро совершенствуется, таким образом, чтобы идти в ногу со временем, придется достаточно часто менять оборудование.

5. Технология виртуальной реальности может вызвать диссоциацию или депрессию.

6. Чрезмерное использование VR может привести к проблемам со здоровьем: потере пространственного восприятия, дезориентации, головокружению.

Рассмотрим пример использования VR на основе дисциплины «Схемотехника», в которой очень много электронных устройств, относящихся к комбинационным схемам, например RS- и D-триггеры [16], представленные на рисунке 4.

При самостоятельном изучении этих схем обучающемуся будет трудно понять принцип их работы и для полного усвоения понадобится много времени. Используя технологию виртуальной реальности можно помочь пользователям лучше понять устройство и назначение RS- и D-триггеров, а также запомнить их характеристики и параметры. При помощи контроллеров обучающиеся смогут взаимодействовать с этими триггерами, что будет способствовать лучшему пониманию принципа их работы [17]. 3D-модели RS- и D-триггеров представлены на рисунках 5 и 6.

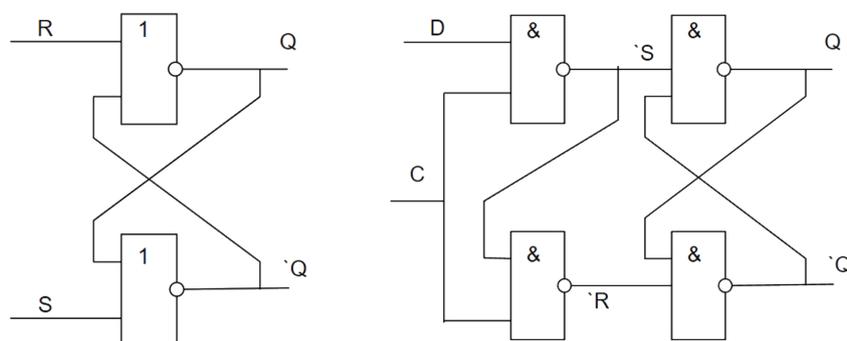


Рис. 4. RS- и D-триггеры

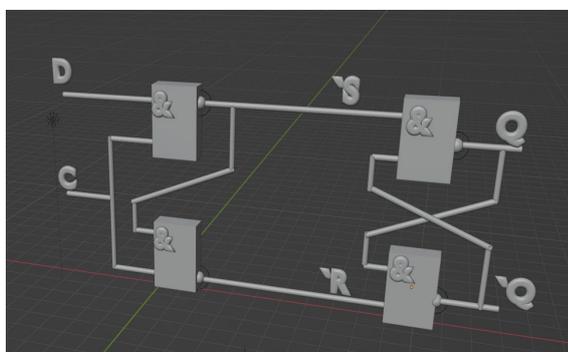


Рис. 5. RS-триггер

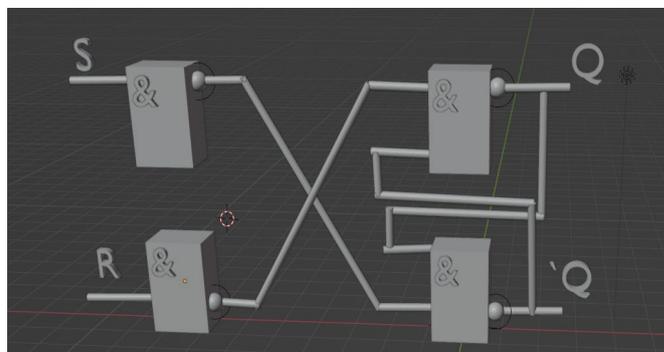


Рис. 6. D-триггер

СМЕШАННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Смешанная реальность (MR) — это технология, которая сочетает в себе элементы виртуальной и дополненной реальности. Она позволяет создавать окружающую среду, в которой реальные и виртуальные объекты взаимодействуют между собой [18].

Системы смешанной реальности можно разделить на три типа [19]:

1. Оптические прозрачные системы. Пользователь видит реальный мир и виртуальные объекты, сгенерированные устройствами. Такие системы работают со шлемами виртуальной реальности (Head-Mounted Display, HMD) и прозрачными дисплеями.

2. Сквозные видеосистемы. Пользователь видит реальный мир, который отображается с помощью какого-либо устройства, например комбинации «камера — дисплей».

3. Маркерные системы. В реальном мире (сцене) размещаются специальные маркеры, которые распознаются и заменяются виртуальными объектами во время выполнения. В качестве маркеров в дополнение к специализированным маркерам могут использоваться QR-коды или коды EAN.

Есть два способа использования смешанной реальности [18–20]. Традиционный способ заключается в использовании компьютеров и других устройств, с помощью которых пользователи изучают виртуальную среду — это очень близко к виртуальной реальности. Настоящая смешанная реальность представляет собой полное погружение, в котором пользователи взаимодействуют со средой (смесь реального и виртуального мира).

Смешанная реальность может использоваться в различных областях, включая образование. Такую технологию можно использовать для [21–22]:

- создания виртуальных классов, где обучающиеся смогут учиться в интерактивной среде с использованием различных устройств (гарнитур, смартфона и т. п.);
- создания интерактивных учебников с использованием 3D-моделей и анимации;
- проведения виртуальных экскурсий, во время которых обучающиеся могут посетить различные места, не выходя при этом из аудитории.

Обучающиеся с помощью смешанной реальности могут [21–22]:

- прикасаться к объектам и манипулировать ими;
- взаимодействовать с различными наборами данных;
- взаимодействовать со сложными методами и абстрактными понятиями;
- создавать виртуальные прототипы проектов и осуществлять их тестирование.

Рассмотрим применение смешанной реальности в таких дисциплинах, как «Схемотехника», «Теория автоматов» и «Надежность информационных систем».

В «Схемотехнике» данную технологию можно использовать для [23–24]:

- создания трехмерных моделей электронных схем и их компонентов, которые будут работать в режиме реального времени;
- визуализации сложных концепций;
- уменьшения количества ошибок при реальном проектировании микросхем;

- создания интерактивной модели для взаимодействия с регистрами, транзисторами (рис. 7), триггерами, изменения их параметров, наблюдения изменения сигналов на выходах.

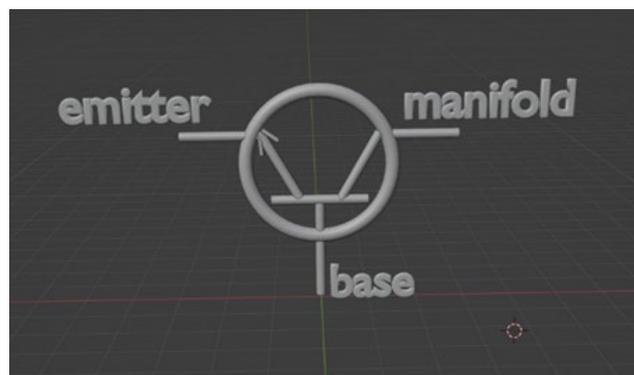


Рис. 7. Транзистор

Например, создание модели цифрового счетчика поможет обучающимся точнее рассчитать импульсы на входе, а также покажет более четкую картину результата на светодиодах. При создании логического элемента «И-НЕ» обучающийся сможет изменять параметры элемента, подавать различные комбинации на входы и наблюдать за изменением сигналов на выходе. В смешанной реальности также можно создать модель триггера и показать его работу на примере D-триггера или JK-триггера. Обучающийся сможет изменять параметры триггера, подавать различные комбинации на входы и наблюдать за изменением состояния триггера в режиме реального времени [23].

В «Теории автоматов» данную технологию можно использовать для создания интерактивных моделей автоматов и графов. При создании модели конечного автомата, который будет принимать на вход различные последовательности символов и переходить между состояниями в соответствии с заданными правилами, обучающийся сможет изменять переходы между состояниями и наблюдать за изменением поведения автомата при различных входных данных. Также на модели можно отобразить различные алгоритмы поиска кратчайшего пути или цикла в графе, при этом возможно изменить структуру графа и наблюдать за изменением результатов алгоритмов в режиме реального времени [25].

В дисциплине «Надежность информационных систем» смешанная реальность может использоваться для создания интерактивных моделей систем, в которых обучающиеся смогут наглядно увидеть работу системы при различных состояниях. Например, при создании модели системы, состоящей из нескольких компонентов, каждый из которых имеет определенную вероятность отказа, обучающийся сможет изменять параметры компонентов и наблюдать за изменением надежности всей системы в режиме реального времени. При создании модели системы с различными резервированиями и дублированиями компонентов обучающийся сможет отображать различные стратегии повышения надежности системы, а также изменять структуру системы и наблюдать за изменением результатов в режиме реального времени [26].

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Достоинства:

1. Повышение эффективности обучения. Иммерсивные технологии позволяют обучающимся более глубоко погрузиться в учебный материал, детально рассмотреть объекты и процессы, которые невозможно или очень сложно проследить в реальном мире, что способствует лучшему запоминанию и пониманию.

2. Развитие творческих и критических навыков. Использование иммерсивных технологий требует от обучающихся активного участия и самостоятельного решения задач.

3. Безопасность. Использование новых технологий позволяет безопасно проводить различные опыты, решать задачи и т. д.

4. Вовлечение. Сценарий занятия программируется и контролируется с высокой точностью.

5. Сосредоточенность. Обучающийся целиком и полностью концентрируется на материале, лучше усваивает его за счет отсутствия внешних раздражителей [27].

Недостатки:

1. Высокая стоимость. Создание и использование иммерсивных технологий требует значительных финансовых затрат, что может быть проблемой для вузов с ограниченным бюджетом.

2. Ограниченная доступность. Не все учебные заведения имеют доступ к необходимому оборудованию и программному обеспечению для использования иммерсивных технологий.

3. Ограниченная адаптация. Некоторые обучающиеся могут испытывать трудности в адаптации к новым технологиям, что может снизить эффективность обучения.

4. Риск быстрого устаревания оборудования.

5. Необходимость менять программу обучения [27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Иммерсивное обучение базируется на возможностях технологий смешанной, дополненной и виртуальной реальности. Применение иммерсивных технологий позволяет смоделировать оборудование, микросхемы и многое другое, что является более выгодным, нежели приобретение реальных устройств. Более того, в иммерсивном обучении можно использовать такие дидактические принципы, как научность, последовательность, системность, преемственность, связь теории с практикой, сознательность, активность, доступность, индивидуальный подход к обучающимся, прочность, наглядность. Желательно в иммерсивном обучении использовать видео, аудио, анимацию, интерактивные задания, ролевые игры. Рассмотренные примеры применения иммерсивных технологий в образовательном процессе при изучении электронных устройств, таких как триггер, дешифратор, материнская плата, подтверждают более эффективное усвоение учебной информации.

Иммерсивное обучение при правильной организации и применения технологий дополненной, виртуальной и смешанной реальности способно сделать процесс обучения более эффективным за счет вовлечения обучающихся в этот процесс, организации индивидуального обучения, наглядности, обеспечивая полное или частичное погружение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 17.02.2023 № 26-ФЗ): принят Государственной Думой 21 декабря 2012 года: одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года.

2. Ян Амос Коменский // Биограф.ру.
URL: <http://biographe.ru/znamenitosti/yan-komenskiy> (дата обращения 13.03.2023).

3. Коджаспирова, Г. М. История образования и педагогической мысли: Таблицы, схемы, опорные конспекты: Учебное пособие для студентов вузов. — Москва: ВЛАДОС-Пресс, 2003. — 223 с.

4. Толковый словарь русского языка начала XXI века: Актуальная лексика / сост.: Г. Н. Складская, Е. Ю. Ваулина, И. О. Ткачева, Е. А. Фивейская; под ред. Г. Н. Складской. — Москва: Эксмо, 2006. — 1136 с. — (Библиотека словарей).

5. Корнеева, Н. Ю. Иммерсивные технологии в современном профессиональном образовании / Н. Ю. Корнеева, Н. В. Уварина // Современное педагогическое образование. 2022. № 6. С. 17–22.

6. Дубинина, М. Г. Моделирование влияния цифровых технологий на качественные показатели образования // Управление наукой и наукометрия. 2020. Т. 15, № 4. С. 528–557. DOI: 10.33873/2686-6706.2020.15-4.528-557.

7. Паскова, А. А. Особенности применения иммерсивных технологий виртуальной и дополненной реальности в высшем образовании // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2022. Т. 14, № 3. С. 83–92. DOI: 10.47370/2078-1024-2021-13-2-83-92.

8. Khoshelham, K. Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications / K. Khoshelham, S. O. Elberink // Sensors. 2012. Vol. 12, Is. 2. Pp. 1437–1454. DOI: 10.3390/s120201437.

9. Tajpour, M. Design the Pattern of Increasing Satisfaction for International Students: A Qualitative Study with the Grounded Theory Approach / M. Tajpour, K. Demiryurek, N. I. Abaci // International Journal of Management in Education. 2021. Vol. 15, No. 5. Pp. 458–476. DOI: 10.1504/IJMIE.2021.10040570.

10. Billingham, M. Collaborative Augmented Reality / M. Billingham, H. Kato // Communications of the ACM. 2002. Vol. 45, Is. 7. Pp. 64–70. DOI: 10.1145/514236.514265.

11. Azuma, R. T. A Survey of Augmented Reality // Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. Vol. 6, Is. 4. Pp. 355–385. DOI: 10.1162/pres.1997.6.4.355.

12. Augmented Reality in Science Laboratories: The Effects of Augmented Reality on University Students' Laboratory Skills and Attitudes Toward Science Laboratories / M. Akçayir, G. Akçayir, H. M. Pektaş, M. A. Ocak // Computers in Human Behavior. 2016. Vol. 57. Pp. 334–342. DOI: 10.1016/j.chb.2015.12.054.

13. Recent Advances in Augmented Reality / R. T. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, [et al.] // IEEE Computer Graphics and Applications. 2001. Vol. 21, No. 6. Pp. 34–47. DOI: 10.1109/38.963459.

14. Устюжанина, Н. В. Виртуальная экскурсия как инновационная форма обучения // Наука и перспективы. 2017. № 2. 5 с.

15. Чернышева, М. В. Применение технологий виртуального обучения для повышения качества образования / М. В. Чернышева, Л. В. Львов, В. А. Чернов // Современная

высшая школа: инновационный аспект. 2017. Т. 9, № 2 (36). С. 54–63. DOI: 10.7442/2071-9620-2017-9-2-54-63.

16. Чигров, А. Виртуальная реальность — психоз или инструмент поглощения информации будущего? / А. Чигров, К. Дутов // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. 2017. № 9 (72). С. 8–11.

17. Селиванов, В. В. Виртуальная реальность как метод и средство обучения / В. В. Селиванов, Л. Н. Селиванова // Образовательные технологии и общество. 2014. Т. 17, № 3. С. 378–391.

18. Болбаков, Р. Г. Смешанная реальность как образовательный ресурс / Р. Г. Болбаков, В. А. Мордвинов, А. В. Синицын // Образовательные ресурсы и технологии. 2020. № 4 (33). С. 7–16. DOI: 10.21777/2500-2112-2020-4-7-16.

19. Голубкин, А. А. Аналитический обзор систем дополненной и смешанной реальности в контексте индустрии 4.0 / А. А. Голубкин, Р. Я. Пирмагомедов // Информационные технологии и телекоммуникации. 2021. Т. 9, № 4. С. 1–27. DOI: 10.31854/2307-1303-2021-9-4-1-27.

20. Mixed Reality in Education: How Mixed Reality Helps with Learning in K-12 Classroom // Straive. — 2022. — 31 March. URL: <http://www.straive.com/blogs/mixed-reality-in-education-how-mixed-reality-helps-with-learning-in-k-12-classroom> (дата обращения 18.03.2023).

21. Чуйков, А. С. Особенности иммерсивных технологий, применяемых при проектировании мебели / А. С. Чуйков, В. О. Куневич, Л. В. Игнарович // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252). С. 174–180.

22. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности: Учебное пособие / А. А. Смолин, Д. Д. Жданов, И. С. Потемин, [и др.]. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. — 59 с.

23. Гильванов, Р. Г. Схемотехника: Учебное пособие / Р. Г. Гильванов, А. В. Забродин, С. Г. Свистунов. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2021. — 59 с.

24. Как разрабатывать приложения смешанной реальности для Microsoft HoloLens: введение и инструментарий // Tproger — сайт для программистов о программировании. — 2016. — 20 сентября. URL: <http://tproger.ru/articles/hololens-dev-1> (дата обращения 19.03.2023).

25. Agibalov, G. P. Problems in Theory of Cryptanalytical Invertibility of Finite Automata // Прикладная дискретная математика. 2020. № 50. С. 62–71.

DOI: 10.17223/20710410/50/4.

26. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021618135 Российская Федерация. Sim.Reliability1.0 «Программа исследования надежности систем методом структурных схем надежности»: № 2021616999: заявл. 04.05.2021: опублик. 24.05.2021 / С. М. Кривель, А. А. Лебедева; заявитель Иркутский государственный университет.

27. Применение VR и AR в образовании // Блог Д. С. Кулябова. — Обновлено 18.02.2021.

URL: <http://yamadharma.github.io/ru/post/2020/11/02/vr-ar-in-education> (дата обращения 20.03.2023).

Application of Immersive Technologies in Educational Process of University

D. Davydova, A. A. Kurganov, V. E. Lyapunov, PhD R. G. Gilvanov

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Saint Petersburg, Russia

dayana-0820@bk.ru, kurganovss666@gmail.com, bladl1967@yandex.ru, gilvanov1950@mail.ru

Abstract. The article is devoted to improving the quality of perception of educational information through the use of immersive technologies in the educational process of the university. Examples of studying electronic devices in the discipline «Circuit Technique» using augmented and virtual reality are given.

Keywords: education, immersive technologies, augmented reality, virtual reality, mixed reality.

REFERENCES

1. On Education in the Russian Federation: Federal Law [Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii: Federalnyy zakon] from December 29, 2012 No. 273-FZ (last ed. February 17, 2023 No. 26-FZ).

2. Johann Amos Comenius [Yan Amos Komenskiy], *Biographie.ru [Biograf.ru]*. Available at: <http://biographie.ru/znamenitosti/yan-komenskiy> (accessed 13 Mar 2023).

3. Kodzhaspirova G. M. History of education and pedagogical thought: Tables, schemes, reference notes: Study guide for university students [Istoriya obrazovaniya i pedagogicheskoy mysli: Tablitsy, skhemy, opornye konspekty: Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov]. Moscow, VLADOS-Press Publishing House, 2003, 223 p.

4. Sklyarevskaya G. N., Vaulina E. Yu., Tkacheva I. O., Fiveyskaya E. A. Explanatory dictionary of the Russian language at the beginning of the XXI century: Current vocabulary [Tolkovyy slovar russkogo yazyka nachala KhKhI veka: Aktualnaya leksika]. Moscow, Eksmo Publishing House, 2006, 1136 p.

5. Korneeva N. Yu., Uvarina N. V. Immersive Technologies in Modern Professional Education [Immersivnye tekhnologii v sovremennom professionalnom obrazovanii], *Modern Pedagogical Education [Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie]*, 2022, No. 6, Pp. 17–22.

6. Dubinina M. G. Simulating the Impact of Digital Technologies on the Education Quality Metrics [Modelirovanie vliyaniya tsifrovyykh tekhnologiy na kachestvennyye pokazateli obrazovaniya], *Science Governance and Scientometrics [Upravlenie naukoy i naukometriya]*, 2020, Vol. 15, No. 4, Pp. 528–557. DOI: 10.33873/2686-6706.2020.15-4.528-557.

7. Paskova A. A. Features of Application of Immersive Technologies of Virtual and Augmented Reality in Higher Education [Osobennosti primeneniya immersivnykh tekhnologiy virtualnoy i dopolnennoy realnosti v vysshem obrazovanii], *Vestnik Majkopskogo Gosudarstvennogo Tehnologicheskogo Universiteta*, 2022, Vol.14, No. 3, Pp. 83–92. DOI: 10.47370/2078-1024-2021-13-2-83-92.

8. Khoshelham K., Elberink S. O. Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications, *Sensors*, 2012, Vol. 12, Is. 2, Pp. 1437–1454. DOI: 10.3390/s120201437.

9. Tajpour M., Demiryurek K., Abaci N. I. Design the Pattern of Increasing Satisfaction for International Students: A Qualitative Study with the Grounded Theory Approach, *International Journal of Management in Education*, 2021, Vol. 15, No. 5, Pp. 458–476. DOI: 10.1504/IJMIE.2021.10040570.

10. Billinghurst M., Kato H. Collaborative Augmented Reality, *Communications of the ACM*, 2002, Vol. 45, Is. 7, Pp. 64–70. DOI: 10.1145/514236.514265.

11. Azuma R. T. A Survey of Augmented Reality, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1997, Vol. 6, Is. 4, Pp. 355–385. DOI: 10.1162/pres.1997.6.4.355.

12. Akçayir M., Akçayir G., Pektaş H. M., Ocak M. A. Augmented Reality in Science Laboratories: The Effects of Augmented Reality on University Students' Laboratory Skills and Attitudes Toward Science Laboratories, *Computers in Human Behavior*, 2016, Vol. 57, Pp. 334–342. DOI: 10.1016/j.chb.2015.12.054.

13. Azuma R. T., Baillet Y., Behringer R., et al. Recent Advances in Augmented Reality, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2001, Vol. 21, No. 6, Pp. 34–47. DOI: 10.1109/38.963459.

14. Ustyuzhanina N. V. Virtual Tours as an Innovative Form of Training [Virtualnaya ekskursiya kak innovatsionnaya forma obucheniya], *Nauka i perspektivy*, 2017, No. 2, 5 p.

15. Chernysheva M. V., Lvov L. V., Chernov V. A. The Use of Technology of Virtual Teaching for Improving the Quality of Education [Primenenie tekhnologiy virtualnogo obucheniya dlya povysheniya kachestva obrazovaniya], *Contemporary Higher Education: Innovative Aspects [Sovremennaya vysshaya shkola: innovatsionnyy aspekt]*, 2017, Vol. 9, No. 2 (36), Pp. 54–63. DOI: 10.7442/2071-9620-2017-9-2-54-63.

16. Chigrov A., Dutov K. Virtual Reality — Psychosis or a Tool for Absorbing Information of the Future [Virtualnaya realnost — psikhoz ili instrument pogloshcheniya informatsii budushchego?], *BIT. Business & Information Technology [BIT. Biznes & Informatsionnye tekhnologii]*, 2017, No. 9 (72), Pp. 8–11.

17. Selivanov V. V., Selivanova L. N. Virtual Reality as a Method and Means of Teaching [Virtualnaya realnost kak metod i sredstvo obucheniya], *Educational Technologies and Society [Obrazovatelnye tekhnologii i obshchestvo]*, 2014, Vol. 17, No. 3, Pp. 378–391.

18. Bolbakov R. G., Mordvinov V. A., Sinitsin A. V. Mixed Reality as an Educational Resource [Smeshannaya realnost kak obrazovatelnyy resurs], *Education Resources and Technologies [Obrazovatelnye resursy i tekhnologii]*, 2020, No. 4 (33), Pp. 7–16. DOI: 10.21777/2500-2112-2020-4-7-16.

19. Golubkin A. A., Pirmagomedov R. Ya. Analytical Review of Augmented and Mixed Reality Systems in the Context of Industry 4.0 [Analiticheskiy obzor sistem dopolnennoy i

smeshannoy realnosti v kontekste industrii 4.0], *Telecom IT [Informatsionnye tekhnologii i telekommunikatsii]*, 2021, Vol. 9, No. 4, Pp. 1–27. DOI: 10.31854/2307-1303-2021-9-4-1-27.

20. Mixed Reality in Education: How Mixed Reality Helps with Learning in K-12 Classroom, Straive. Published online at March 31, 2022. Available at: <http://www.straive.com/blogs/mixed-reality-in-education-how-mixed-reality-helps-with-learning-in-k-12-classroom> (accessed 18 Mar 2023).

21. Chuikov A. S., Kunevich V. O., Ignatovich L. V. Features of Immersive Technologies Applied in Furniture Design [Osobennosti immersivnykh tekhnologiy, primenyaemykh pri proektirovanii mebeli], *Proceedings of Belarusian State Technological University. Issue 1: Forestry. Nature management. Processing of Renewable Resources [Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopolzovanie i pererabotka vozobnovlyаемykh resursov]*, 2022, No. 1 (252), Pp. 174–180.

22. Smolin A. A., Zhdanov D. D., Potemin I. S., et al. Systems of virtual, augmented and mixed reality: Study guide [Sistemy virtualnoy, dopolnennoy i smeshannoy realnosti: Uchebnoe posobie]. Saint Petersburg, ITMO University, 2018, 59 p.

23. Gilvanov R. G., Zabrodin A. V., Svistunov S. G. Circuit technique: Study guide [Skhemotekhnika: Uchebnoe posobie]. Saint Petersburg, PSTU, 2021, 59 p.

24. How to Develop Mixed Reality Apps for Microsoft HoloLens: An Introduction and Toolkit [Kak razrabatyvat prilozheniya smeshannoy realnosti dlya Microsoft HoloLens: vvedenie i instrumentariy], *Tproger*. Published online at September 20, 2016. Available at: <http://tproger.ru/articles/holo-lens-dev-1> (accessed 19 Mar 2023).

25. Agibalov G. P. Problems in Theory of Cryptanalytical Invertibility of Finite Automata, *Applied Discrete Mathematics [Prikladnaya diskretnaya matematika]*, 2020, No. 50, Pp. 62–71. DOI: 10.17223/20710410/50/4.

26. Krivel S. M., Lebedeva A. A. Sim.Reliability1.0 «Program for Studying the Reliability of Systems by the Method of Structural Diagrams of Reliability» [Sim.Reliability1.0 «Programma issledovaniya nadezhnosti sistem metodom strukturnykh skhem nadezhnosti»]. Certificate of State registration of a computer program RU No. 2021618135. Published at May 24, 2021, 1 p.

27. Application of VR and AR in education [Primenenie VR i AR v obrazovanii], *Blog of D. S. Kulyabov [Blog D. S. Kulyabova]*. Last update at February 18, 2021. Available at: <http://yamadharna.github.io/ru/post/2020/11/02/vr-ar-in-education> (accessed 20 Mar 2023).