

**Министерство просвещения Республики Казахстан
Национальная академия образования им. И.Алтынсарина**



**Методические рекомендации
по использованию дополненной и виртуальной реальности в школе**

Астана

2023

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Национальной академии образования им. И. Алтынсарина (протокол № 9 от 8 декабря 2023 года)

Методические рекомендации по использованию дополненной и виртуальной реальности в школе. – Астана: НАО имени Ы. Алтынсарина, 2023. –89 стр.

В методической рекомендации технологии виртуальной и дополненной реальности рассмотрены как знаковое явление науки и техники, которое оказывает существенное влияние на систему образование. Рассматривается состояние внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в систему образования. В рекомендации также изложены методические аспекты внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в школу.

Методические рекомендации предназначены для руководителей областных, городов Шымкент, Алматы, Астана управлений образования, методистов областных (районных) методических центров/кабинетов, директоров школ, заместителей директоров школ, социальных педагогов, педагогов-психологов.

Методические рекомендации разработаны лабораторией цифровизации образования Национальной академии образования им. И. Алтынсарина на основе результатов научно-исследовательских проектов АР08856402 «Методологические, психолого-педагогические и технологические аспекты использования виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе средней школы» (2020 -2022 гг.) и АР14870741 «Влияние совместного обучения в учебной среде виртуальной реальности на образовательные результаты обучающихся школ» (2022- 2024 гг.).

Содержание

	Введение	4
1.	Понятие о технологиях дополненной и виртуальной реальности	6
2.	Современное состояние использования дополненной и виртуальной реальности в образовании	29
3.	Методические рекомендации по использованию дополненной и виртуальной реальности в учебном процессе школы	49
	Заключение	82
	Список использованных источников	84
	Приложение	89

Введение

Внедрение достижений цифровизации во все области системы образования (образовательный процесс, проведение научных исследований, управление образованием) не только решает проблемы доступности образования, но и многие другие вопросы, касающиеся улучшения качества обучения, в том числе результатов обучения обучающихся. Кроме того, COVID-19 доказал миру, что наиболее приемлемым способом коммуникации и продолжения образования в условиях пандемии является массовый переход к экстренному дистанционному обучению. Существенные перемены, связанные с различными вызовами, такие как глобализация, повсеместная цифровизация, ковидные, постковидные и другие условия, выдвигают новые требования не только к обучающимся, но и к системе образования, а также к самим учителям и преподавателям. Следовательно, речь идет об изменениях в подходах и методах обучения, изменениях в управлении образовательными ресурсами в целом. В этом контексте вопрос «почему развитие образовательных технологий должно занимать много места в наборе инструментов каждого учителя?» актуален не только для казахстанской системы образования, но и во всем мире.

Как известно, процесс обучения и методика преподавания/обучения не являются универсальными для всех обучающихся, так как не все учащиеся учатся одинаково, у них скорости восприятия и запоминания, скорости обучаемости, способности воспроизведения и многие другие качества могут быть разными. С этой проблемой учителя сталкиваются ежедневно, пытаясь сократить разрыв в успеваемости, возникающий из-за различных ограничений, например, материально – финансовых проблем, культурных и языковых барьеров, недоступности ресурсов и другие. Использование достижения современных цифровых технологий рассматривается одним из действенных решений, позволяющих сократить неравенство в академических достижениях и многие из стран мира сосредоточены на этом направлении. Инновации, а также путь цифровой трансформации в образовательных учреждениях стали вопросами, которым уделяется особое внимание. Одной из таких инноваций стали стремительно набирающие обороты технологии виртуальной и дополненной реальности. Широкое распространение получил термин «иммерсивные технологии обучения», которым называют всевозможное микширование виртуальной и дополненной реальности.

Виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR), как перспективное и доступное 3D-представление объективной реальности, получили признание в кино, игровой, маркетинговой индустрии. С недавнего времени в связи с улучшением технологических решений и увеличением доступности VR/AR, их начали использовать в образовательных целях как новые инновационные технологии. Поэтому идея применения виртуальной и дополненной реальности для обучения, исследования образовательных возможностей иммерсивных технологий – достаточно новое направление для педагогической науки.

Слабое представление влияния виртуальной реальности на развитие цифрового общества и образования, недостаточное изучение возможностей VR/AR для обучения, отсутствие проверенных и устоявшихся методик использования VR/AR в образовательном процессе вызывают ряд проблем и опасений в вопросе внедрения VR/AR для обучения в организациях образования, в том числе средней школе. Эти проблемы касаются здоровья и безопасности, психоэмоционального и социального благополучия обучающихся, надежности качества освоения знаний и практических навыков, а также многочисленных открытых вопросов о готовности школы и педагогов к внедрению VR/AR-технологий в школьном обучении. В целом, существует достаточный ряд причин, который указывает на необходимость целенаправленных исследований по методологии, социально-психологическим и педагогическим аспектам, технологическим и методическим особенностям использования VR/AR в образовательном процессе, в том числе и школы.

Методические рекомендации по использованию дополненной и виртуальной реальности в школе разработаны в целях ознакомления педагогическую общественность с возможностями иммерсивных технологии, как инновационные технологии обучения, способствующие высокотехнологичному и доступному визуализации учебных материалов, а также реализацию конструктивистского подхода или обучения на опыте.

- В методических рекомендациях представлены:
- основные понятия иммерсивных технологии обучения: дополненная и виртуальная реальность и их возможные определения;
- принципы работы дополненной и виртуальной реальности;
- представления о специфике технологий дополненной и виртуальной реальности, её преимуществах и недостатках;
- характеристика наиболее распространенных видов гарнитур виртуальной реальности;
- обзорный анализ внедрения дополненной и виртуальной реальности в систему образования;
- психолого-педагогические особенности использования иммерсивных технологии обучения;
- практические рекомендации по использованию дополненной и виртуальной реальности в школе.

В методических реомендациях были использованы результаты и материалы научно-исследовательских проектов АР08856402 «Методологические, психолого-педагогические и технологические аспекты использования виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе средней школы» (2020 -2022 гг.) и АР14870741 «Влияние совместного обучения в учебной среде виртуальной реальности на образовательные результаты обучающихся школ» (2022- 2024 гг.), выполненные в рамках грантового финансирования научных исследований Министерством образования и науки Республики Казахстан.

1. Понятие о технологиях дополненной и виртуальной реальности

Понятие «иммерсивные технологии», от английского слова «immersive» означает «создающий эффект присутствия, погружения». Понятие «иммерсивность» означает погружение в искусственно созданное условия. Иммерсивность включает в себя дополненную реальность (Augmented Reality, AR), виртуальную реальность (Virtual Reality, VR), смешанную реальность (Mixed reality, MR) и искусственный интеллект (Artificial intelligence, AI). Также, в последние годы все чаще используют понятие «расширенная реальность (Extended Reality, XR)», которое используется для обобщения всех технологий: дополненной реальности, виртуальной реальности и смешанной реальности, и искусственного интеллекта.

В настоящее время сами термины виртуальной и дополненной реальности уже широко известны и достаточно популярны в качестве новейших решений в области информационных технологий. Однако существуют различные определения виртуальной и дополненной реальности. Например, понятие «виртуальная реальность» не является новым для науки и имеет глубокую историю, практически сравнимую с историей существования философии. В исследованиях по происхождению понятия «виртуальная реальность» выделяются принципиальная двупланность ее содержания, как в онтологическом, так и семантическом отношении. Трансформация современных социальных систем вызывает к упорядочению и уточнению философских и технологических подходов к определению виртуальной и дополненной реальности [1]. Кроме того, в литературе не так часто упоминаются истоки возникновения термина «дополненная реальность» ввиду ее тесной связи с более ранним понятием «виртуальной реальности», некоторые и вовсе порой отождествляли их. Дополненная реальность развивалась вместе с виртуальной до 1990 года. А в 1990 году инженер-исследователь корпорации Boeing Том Коделл (Tom Preston Caudell) предложил термин «дополненная реальность (англ. augmented reality, AR)». При сборке самолетов он предложил использовать цифровой дисплей-шлем, который надевали сборщики и на котором смешивали виртуальную графику – схемы сборки с физической реальностью. В частности, большие фанерные панели Boeing с инструкциями и схемой по электромонтажу для каждого строящегося самолета были заменены на головной дисплей, который проецировал (или накладывал) нужные схемы-изображений на многоразовые панели.

В исследованиях также предлагается рассмотрение дополненной реальности как концепции, а не технологии, поскольку некоторые функции дополненной реальности могут быть не уникальными для AR-приложений и могут быть замечены и в других технологических системах или цифровых средах. С годами технологическая эволюция позволяет более конкретно понимать весь потенциал технологий дополненной и виртуальной реальности,

появляются различные определения, в том числе и с разных предметных позиций.

1.1 Технология дополненной реальности

Дополненная реальность — это технологическое решение, когда вычислительные возможности компьютера используются для расширения и дополнения физического мира графическими объектами, 3D-анимацией, звуками. Реализация дополненной реальности подразумевает, что компьютер в режиме реального времени на дисплее различных устройств (например, планшета, смартфона или специального устройства-гарнитуры) накладывает цифровые слои с виртуальными объектами соответствующему реальному изображению в окружающем пространстве. Технология не заменяет реальную среду искусственной, а лишь дополняет её различными эффектами, которых, не может обеспечить презентации, печатные книги или видеоролики. Дополненная реальность позволяет создать такие эффекты, которые не могут быть доступными в реальности, например, по клавиатуре компьютера идет олень или по комнате бежит заяц со своими зайчиками (Рисунок 1,2).



Рисунок 1. Дополненная реальность, созданная на CoSpaces Edu (Ұзын құлақ сұр Қоян)

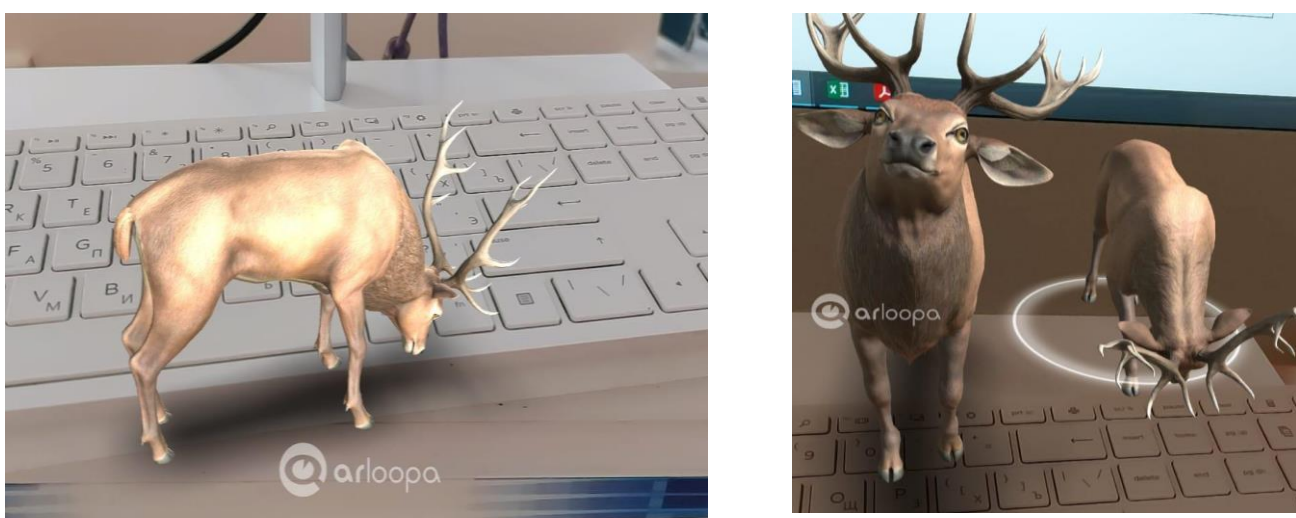


Рисунок 2. Дополненная реальность модели Arloopa

Основу дополненной реальности определяет аппаратное обеспечение и приложения дополненной реальности (или AR приложения), созданные с помощью специального программного обеспечения. Создание полноценного AR приложения предполагает, что в процессе разработки также могут быть использованы и другие программные обеспечения, поддерживающие различные эффекты дополненной реальности.

Аппаратное обеспечение относится к оборудованию, через которое проецируются виртуальные изображения. Наиболее доступными и распространёнными видами устройств для работы дополненной реальности являются смартфоны и планшеты. Кроме того, для представления дополненной реальности также используются различные гарнитуры, так называемые очки дополненной реальности. Они могут быть разными, например, представители Smart glasses относятся именно к устройствам дополненной реальности, которые внешний вид похож на обычные очки, а гарнитуры AR Box или ClassVR больше похоже на шлемы которые одеваются на голову (Рисунок 3).



Рисунок 3. Гарнитуры для просмотра дополненной реальности

Чтобы дополненная реальность работала на этих устройствах, они должны иметь датчики и процессоры, способные поддерживать высокие требования для работы с дополненной реальностью. Ключевыми компонентами аппаратного обеспечения устройств для работы с дополненной реальностью являются:

- процессор, это основное устройство, предназначенное для обработки информации. Он определяет скорость устройства и его способность справляться с высокими требованиями дополненной реальности в дополнение к обычным функциям, например, смартфона;
- графический процессор (GPU), который обрабатывает графическую информацию, например, представление изображения на дисплее смартфона. Дополненная реальность требует высокопроизводительных графических процессоров, чтобы цифровой контент можно было легко создавать и накладывать друг на друга;

- сенсорные элементы (или датчики), которые позволяют передавать устройству-смартфону информации извне и понимать свое окружение. Основные датчики, необходимые для дополненной реальности, включают: датчики глубины для измерения глубины и расстояния; гироскоп для определения угла и положения вашего телефона; датчики приближения для измерения того, насколько близко и далеко что-то находится; акселерометр для обнаружения изменений скорости, движения, и вращения; датчик освещенности для измерения интенсивности и яркости света.

Эти характеристики оборудования имеют решающее значение для правильной работы дополненной реальности на устройствах. Это одна из причин, по которой только последние поколения мобильных телефонов имеют возможности дополненной реальности.

Второй компонент системы дополненной реальности — это *программное обеспечение*, и именно здесь начинается создание дополненной реальности. Программное обеспечение условно делится на две группы: программное обеспечение (или платформы) для создания дополненной реальности, включая внешние библиотеки которые предоставляет различные эффекты, 3D объекты, изображений и многие другие; приложение дополненной реальности, разработанные на этих платформах.

Работа программного обеспечения (или платформы) для создания дополненной реальности основана на трех фундаментальных принципах, которые позволяют реализовать эффект дополненной реальности:

- понимание окружающей среды, это позволяет устройству обнаруживать характерные точки и плоские поверхности, чтобы составить карту своего окружения. При этом система может точно размещать виртуальные объекты на этих поверхностях;
- отслеживание движения позволяет устройству определять свое положение относительно окружающей среды. Затем виртуальные объекты можно расположить в назначенные им места на изображении;
- оценка освещенности обеспечивает возможность воспринимать текущее состояние освещения окружающей среды. Затем виртуальные объекты можно поместить в те же условия освещения, чтобы повысить реалистичность.

Следует отметить, что эффект дополненной реальности создается при тесном взаимодействии аппаратного и программного обеспечения. При несовместимости или отсутствии элементов, например, аппаратное обеспечение не имеет датчиков для измерения интенсивности света, то возможности программного обеспечения для оценки освещенности будут бесполезными или наоборот.

В настоящее время на рынке программного обеспечения существуют ряд платформ для разработки приложения дополненной реальности. Наиболее распространёнными из них являются:

- *Unity 3D with AR Foundation* (<https://unity.com/unity/features/arfoundation>) является многофункциональной средой, созданной на базе Unity 3D, признанной во всем мире как универсальной платформой для разработки кроссплатформенных AR-приложений и VR –приложений. Среда, созданной специально для разработки дополненной реальности позволяет разрабатывать приложение, а затем запускать его на всех целевых мобильных AR-устройствах и гарнитурах. В среду включены все базовые функции поддерживаемых платформ такие как iOS (ARKit), Android (ARCore), HoloLens (смешанная реальность Microsoft), Magic Leap (Spatial OS) и Web (браузеры). А также реализованы уникальные особенности Unity, включая фотореалистичный рендеринг, физику, оптимизацию под конкретные устройства и многое другое;
- *ARCore* (<https://developers.google.com/ar?hl=en>) является платформой корпорации Google для создания дополнительной реальности. На рынке AR приложений ARCore рассматривается как, полноценный комплект разработки программного обеспечения (software development kit, SDK) и один из надежных инструментов для разработки Android AR. ARCore также поддерживает SDK других популярных сред разработки: Android NDK, Unity 3D with AR Foundation, iOS, Unreal и Web. Эти SDK предоставляют собственные (нативные) API для всех основных AR-функций, таких как отслеживание движения, понимание окружающей обстановки и оценка освещенности.
- *Vuforia* (<https://developer.vuforia.com/> зарекомендовала себя в индустрии дополненной реальности благодаря своему мощному набору функций. Он предлагает услуги распознавания изображений, отслеживания объектов и облачные услуги распознавания. Для распознавания двумерных и трехмерных объектов он использует технологию компьютерного зрения в режиме реального времени. При просмотре через камеру смартфона или планшета он дает возможность разработчикам регистрировать и работать с виртуальными объектами, и располагать их определенным образом по отношению к объектам реального мира, так чтобы создать впечатление, как будто виртуальный объект является частью реального мира. Vuforia обеспечивает поддержку широкого спектра платформ: от мобильных устройств до очков AR. Его универсальность делает его надежным выбором для разработчиков, желающих развертывать приложения AR в различных отраслях, в том числе в сфере образования;
- *ARKit* (<https://developer.apple.com/augmented-reality/arkit/>) платформа для создания дополненной реальности, которая в полной мере используют преимущества экосистемы Apple. ARKit легко интегрируется с разработкой iOS, в частности с такими инструментами как Reality Kit, Reality Composer Pro, Reality Composer для iOS и Reality Converter, которые значительно облегчают разработку дополненной реальности для iOS. Этот набор инструментов способен учитывать условия

освещения, распознавать размеры окружающего пространства для интеграции в реальную жизнь виртуальных объектов с максимальной достоверностью. Еще одной положительной стороной ARKit является совместимость со многими современными iOS-устройствами, и это ее свойство открывает интересные возможности для общения с окружающим миром, для учебы, работы, делая ARKit одной из масштабируемой платформой дополненной реальности.

Кроме выше перечисленных платформ существуют и множество других инструментов создания дополненной реальности и каждая из этих платформ имеет свои сильные стороны или недостатки, отвечающие конкретным потребностям пользователя. Все эти платформы разработки дополненной реальности предоставляют разработчикам и пользователям следующие возможности работы с дополненной реальностью:

- распознавание жестов, которое позволяет пользователям взаимодействовать с окружающей средой, выполняя определенные движения рук и тела. Эту функцию можно использовать для игр, навигации по меню или управления виртуальными объектами;
- распознавание объектов, позволяющее программному обеспечению распознавать и отслеживать известные объекты в сцене дополненной реальности. Функцию распознавания объектов можно использовать для создания интерактивных возможностей, в которых пользователи взаимодействуют с физическими объектами через камеру своего устройства;
- создание 3D-модели с нуля или на основе шаблонов, которые точно отображаются в представлении дополненной реальности. Эти модели можно использовать для моделирования и образовательных целей, а также в игровых приложениях;
- платформы разработки дополненной реальности также позволяют обнаруживать и отслеживать изображения, позволяя программному обеспечению идентифицировать изображения на расстоянии, а затем следить за ними, когда они перемещаются по пространству дополнительной реальности. Эта функция часто используется для добавления дополнительных уровней интерактивности и информации в процесс или явления.

Дополненная реальность или выполнения AR приложения начинается с устройства, оснащенного камерой, такого как смартфон, планшет или умные очки с встроенным программным обеспечением AR. Когда пользователь наводит устройство и смотрит на объект, программное обеспечение распознает его с помощью технологии компьютерного зрения, которая анализирует видеопоток. Затем устройство загружает информацию об объекте из сервера (это может быть облачное хранилище) почти так же, как веб-браузер загружает страницу по URL-адресу. Принципиальное отличие состоит в том, что информация AR представлена в трехмерном виде, наложенном на объект, а не на 2D-странице на экране. Таким образом, то, что видит

пользователь, частично реально, а частично цифровая реализация. Принцип работы дополненной реальности заключается в следующем, камера устройства захватывает реальное изображение по специальной разметке и маркерам, далее программа определяет место размещения виртуального объекта и его тип, виртуальная картинка накладывается поверх реальной картинки, и она отображается на экране устройства. Такой способ называется отслеживание на основе маркеров. Для этого режима требуются оптические маркеры, такие как QR-коды, для запуска приложения дополненной реальности. При наведении камеры мобильного телефона на один из этих штрих-кодов приложение распознает его и наложит цифровое изображение на экран.

Другой способ запуска дополненной реальности это - отслеживание без маркеров и этот режим основан на распознавании объектов. Приложения дополненной реальности, работающие на основе отслеживания без маркеров, запускаются, когда камера устройства распознают определенные функции реального мира. Когда пользователь наводит устройство и смотрит на объект, программное обеспечение распознает его с помощью технологии компьютерного зрения, которая анализирует видеопоток. Принцип работы приложения дополненной реальности, которое анализирует картинку, поступающую с камеры, основывается на использовании алгоритмов распознавания в системе компьютерного зрения. В этих целях наиболее часто используется библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом (Open Source Computer Vision Library, Open CV, <https://opencv.org/about/>), которая имеет множество низкоуровневых функций, и с ее помощью можно получить максимум информации из изображения. Искусственный интеллект обнаруживает местоположение объекта по заданным точкам и плоскостям, на которые разделяется зафиксированное ранее пространство. Принцип основан на использовании данных GPS, гироскопа, компаса и других приборов, определяющих положение пользователя. Эту функцию исполняют многочисленные библиотеки дополненной реальности. Способность распознать изображения, так называемые 2D маркеры, а затем наложить поверх реальной картинки дополнительный контент – все это входит в обязанности программной библиотеки. Еще в библиотеку должны входить функции, обеспечивающие работу устройств. Это обеспечит широкий функционал приложения дополненной реальности.

1.2 Технология виртуальной реальности

Несмотря на философские основания категории виртуальной реальности, данное понятие сегодня все чаще интерпретируется именно в технологическом аспекте, представляемое как технология, зародившаяся в 60-х гг. XX века на стыке исследований в области трехмерной компьютерной графики и человеко-машинного взаимодействия. Нацеленность на создание максимально естественного интерфейса между человеком и компьютером

подвигла современные компании на серьезные исследования, разработки и поиск технологических решений, направленных на симуляцию чувственных данных, которые формируют ощущение реального опыта.

В технологическом контексте, виртуальной реальностью подразумевается комплекс аппаратных и программных средств, который позволяет человеку погрузиться в искусственно созданную среду, имитирующей настоящую реальность. И этот комплекс аппаратных и программных средств называется системой виртуальной реальности, а созданный эффект или симуляционная среда – виртуальной реальностью. Система виртуальной реальности позволяет человеку почувствовать себя присутствующим в другом мире – виртуальной реальности. В систему виртуальной реальности входит шлем виртуальной реальности и различные периферийные устройства. К периферийным устройствам относятся различные джойстики, перчатки и костюмы виртуальной реальности или другие устройства, оснащенные тактильной обратной связью. Эти технологии виртуальной реальности позволяют с высокой степенью интерактивности взаимодействовать с виртуальной средой. Для используемых в профессиональных целях систем виртуальной реальности требуется высокий стандарт качества изображения и могут быть дополнительные аппаратные устройства, такие как оптические станции, различные датчики распознавания и другие. Такое качество обеспечивают в большинстве случаев стереоскопические проекционные системы, на основе которых создаются системы виртуальной реальности. Эта проекционная техника позволяет создавать системы виртуальной реальности высокого разрешения, а необходимая вычислительная мощность разрабатывается за счёт использования специальных графических кластеров.

Системы виртуальной реальности

Для иммерсивных VR-приложений используется специальное устройство: дисплей, установленный на голове HMD (Head Mounted Displays) – шлем виртуальной реальности, у которого перед каждым глазом расположен небольшой экран. Шлем виртуальной реальности – носимый на голове дисплей (или HMD), причислен к классу носимых систем визуализации и виртуальной реальности.

В настоящее время шлемы виртуальной реальности исполнены в следующих вариантах: в *бинокулярном* варианте, с возможностью 3D стерео и без нее, и шлем с использованием технологии дополненной реальности. Кроме этого существуют шлемы в *монокулярном* исполнении. Существенно повышается эффект взаимодействия с виртуальной средой, если шлем виртуальной реальности оборудован внешним или встроенным трекингом.

Шлем виртуальной реальности был первоначально разработан в восьмидесятых годах XX столетия, но в тот период таких параметров, как разрешение экрана и скорость компьютера, было недостаточно для того,

чтобы сделать погружение полностью иммерсивным. Поэтому первые очки виртуальной реальности поступили в продажу только в 2015 году. Сегодня на рынке представлены разные модели VR-устройств с большим разнообразием стоимости и степени погружения пользователя. Можно выделить следующие категории устройств:

- низкая стоимость и низкий уровень погружения, например, Google Cardboard, Samsung Gear VR;
- средняя стоимость и приемлемый уровень погружения, например, в гарнитурах Oculus, ClassVR и другие.
- высокая стоимость и высокий уровень погружения в виртуальную и расширенную реальность, например, это гарнитуры серии HTC Vive, новейшая разработка корпорации Apple – Apple Vision Pro.

Представленное краткое описание этих устройств, также показывает эволюцию разработки VR устройств:

Google Cardboard – это простой и экономичный способ для пользователей погрузиться и исследовать виртуальную реальность с помощью своего смартфона с гироскопом. Впервые представлен в 2014 году. Очки разработаны из картона. Собственный смартфон вставляется в картон, который обеспечивает сцепление (Рисунок 4). Смартфон используется в качестве дисплея и сенсора. Просматривая на смартфоне VR-приложения, видеоигры, VR-видео вы погружаетесь в виртуальную реальность. Подходит для людей, которые носят очки. Датчики (гироскоп) фиксируют движение головы и транслирует их в виртуальный мир. Такое VR-устройство включает в себя две линзы, с фокусным расстоянием 40 мм и два магнита, которые взаимодействуют с магнитометрами телефона. Преимуществами этой системы являются низкая стоимость, большой объем контента, особенно видео 360°, универсальность, так как он может работать с большинством моделей смартфонов и под Android, и под iOS. В качестве недостатков можно отметить низкое качество VR-опыта и неудобство использования.

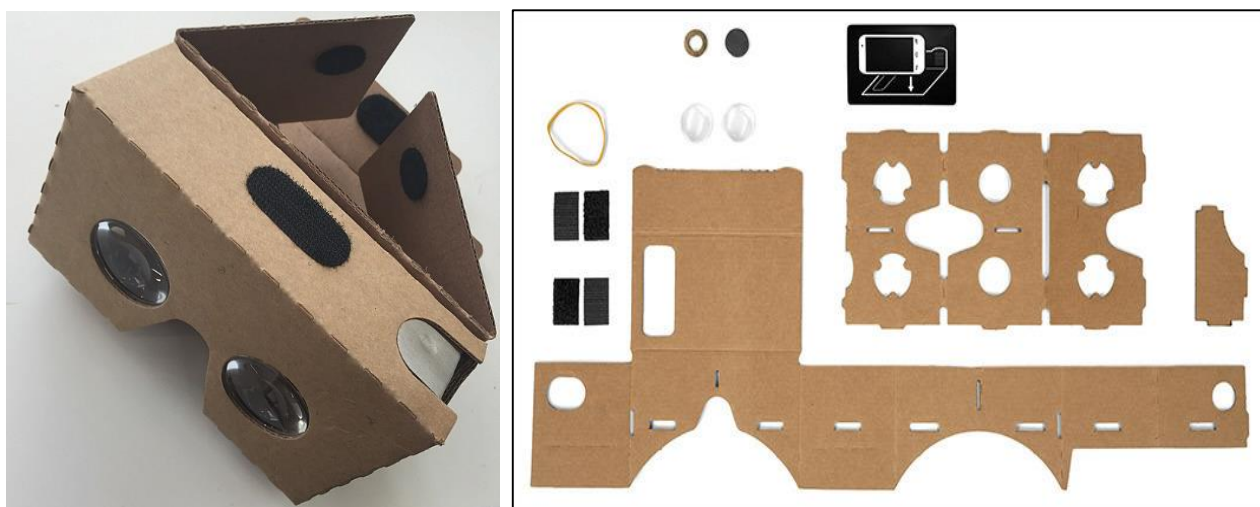


Рисунок 4. Описание сборки шлема виртуальной реальности для Google

Samsung Gear VR – это аксессуар для гарнитуры виртуальной реальности для смартфонов Samsung. Представлен в 2014 году. Gear VR имеет собственный акселерометр, гироскоп, магнитометр и датчики приближения, но получает свой контент непосредственно с телефона, первоначально Galaxy Note 4. Gear VR обеспечивает 96-градусный панорамный обзор для фильмов и игр и включает регулировку фокусного расстояния для близоруких и дальновзорких людей. По сравнению с Google Cardboard имеет более жесткую конструкцию, более привлекательный внешний вид, и им удобнее пользоваться. Также у него более качественная оптика, лучше поле зрения - 96° и лучше отслеживание головы благодаря ряду датчиков, предназначенных для этих целей. Основными недостатками являются низкая универсальность (работает только с определенными моделями смартфонов Samsung) и относительно низкий уровень погружения.

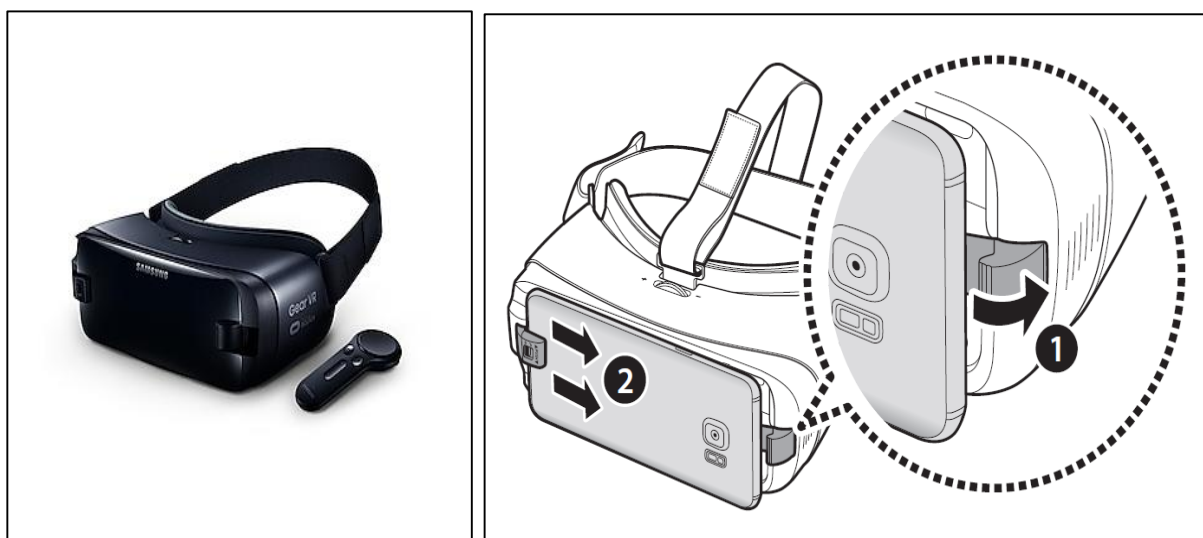


Рисунок 5. Шлем (гарнитура) виртуальной реальности Samsung Gear VR

Oculus Rift - это проект, разработанный на платформе Kickstarter, являющейся одной из крупнейших компаний, которая финансирует творческие проекты. Позже этот проект был перекуплен компанией Facebook. Главными составляющими аппаратной части шлема виртуальной реальности Oculus Rift являются: очки виртуальной реальности, датчик, регистрирующий движения тела и наушники с обзором 360°. Для работы с Oculus Rift необходим высокоскоростной компьютер с хорошей видеокартой. Oculus Rift не имеет внешних датчиков и содержит инфракрасный датчик внутри очков, поэтому не может фиксировать движения внутри виртуальной зоны. Основным недостатком Oculus Rift является ограниченность движений пользователя в пространстве из-за ограничения кабеля, соединяющего шлем с компьютером. В настоящее время вышли в свет обновленные версии Oculus - Oculus Quest 2

и Oculus Quest 3. Этот шлем может работать автономно, в течение 2-3 часов на одной зарядке. Графика качественнее, чем на Oculus Rift, но угол обзора уменьшился и составляет 90°. Система позволяет подключить шлем к компьютеру через кабель USB-C. В таком случае можно играть в более качественные игры и подключать SteamVR. В Oculus Quest 2 имеется система отслеживания движений Oculus Insight, которая состоит из пяти встроенных камер, встроенных динамиков, а также два контроллера Oculus Touch. Система отслеживания движений Oculus Insight передает движения пользователя в приложение виртуальной реальности без использования внешних датчиков, независимо от того, куда он смотрит. Два контроллера Oculus Touch обеспечивают реалистичную и точную передачу движений рук в приложениях виртуальной реальности. На Рисунке 6 показан комплект Oculus Quest 2, который состоит из шлема и двух контроллеров Touch для управления в среде виртуальной реальности.

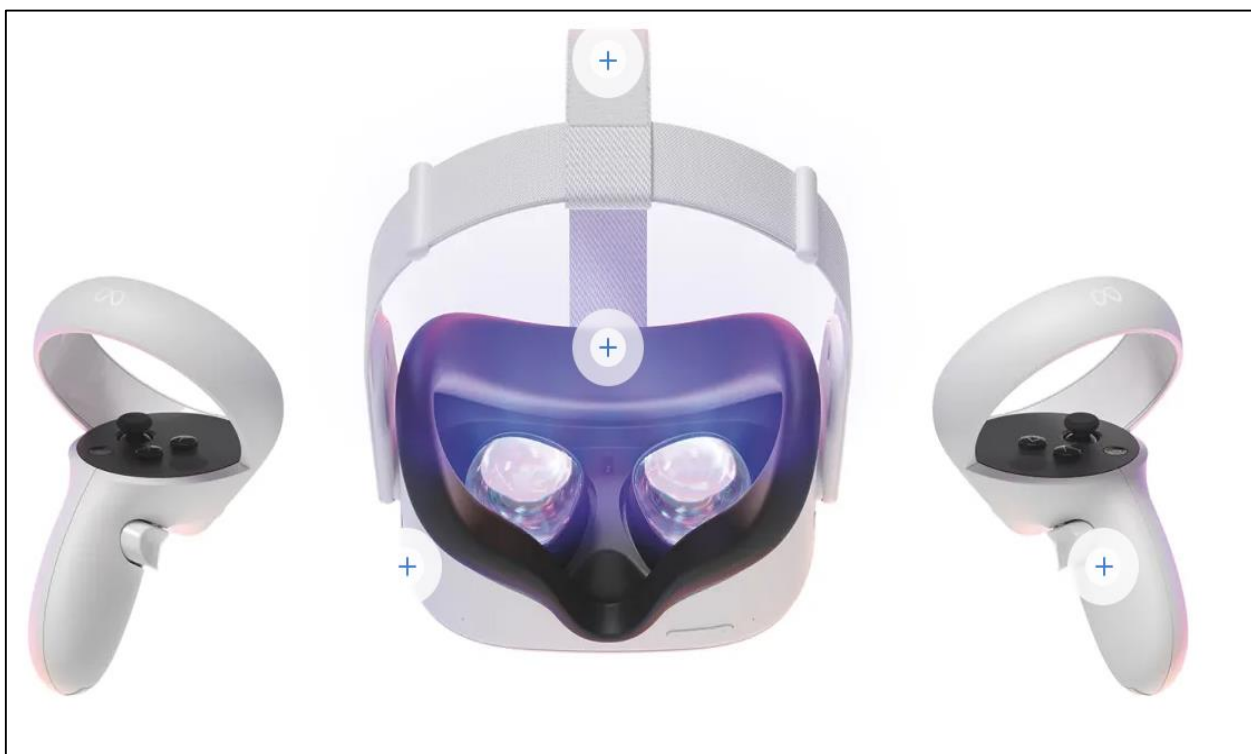


Рисунок 6. Автономная гарнитура виртуальной реальности Oculus Quest 2

Кейс технология виртуальной реальности ClassVR был концептуализирован в 2014 году и представлен на выставке Bett Show в Лондоне в январе 2017 года и стал одним из перспективных образовательных решений виртуальной реальности. Кейс виртуальной реальности ClassVR представляет собой образовательный комплекс состоящий из аппаратного обеспечения в виде VR гарнитуры и программного обеспечения (или портал ClassVR для работы с виртуальной/дополненной реальностью). ClassVR

предоставляются в различных комплектах от 4 до 30 индивидуальных VR очков (шлемов), которые включены в один кейс и используется для индивидуального или совместного обучения с управлением учителя (Рисунок 7)

Рисунок 7. Кейс гарнитура виртуальной реальности ClassVR

Новые поколения *VR гарнитуры серии HTC VIVE Pro 2 и VIVE XR Elite* в большинстве отличаются хорошими графическими возможностями, так как высокое графическое разрешение, точная передача цветовой гаммы и звуковых эффектов позволяют пользователям ощутить виртуальную реальность, как настоящую. Гарнитура виртуальной реальности HTC VIVE



PRO 2 имеет 2448×2448 пикселей на глаз (4896×2448 пикселей вместе взятых) и поле зрения составляет 120 градусов, базовые станции SteamVR™ 2.0 обеспечивают точность навигации, движения и взаимодействия пользователя со средой виртуальной реальностью (Рисунок 8).

VIVE Pro 2



VIVE XR Elite



Рисунок 8. Гарнитуры виртуальной реальности серии HTC VIVE
Источник: <https://www.vive.com/us/product/comparison/>

В 2023 году на выставке Всемирной конференции разработчиков Apple впервые была представлена гарнитура смешанной реальности *Apple Vision Pro* (Рисунок 9). Гарнитура работает как автономное устройство на базе операционной системы реального времени visionOS и обеспечивает погружение в виртуальную реальность, а также может взаимодействовать с дополненной реальностью. Apple Vision Pro, представленный как «пространственный компьютер» (англ. spatial computer) и объединяющий цифровые медиа с реальным окружением использует такие способы, как жесты, отслеживание движения глаз и голосовые команды для управления средой виртуальной реальности (Рисунок 9). В настоящее время гарнитура Apple Vision Pro проходит тестирование и серийный выпуск гарнитуры ожидается в 2024 году. Также ожидается, что благодаря знакомым инструментам и платформам, таким как Xcode, SwiftUI, RealityKit и ARKit, а также поддержке Unity и новому приложению для подготовки 3D-контента Reality Composer Pro у разработчиков будет все необходимое инструменты для создания VR контентов виртуальной реальности для Apple Vision Pro.



Рисунок 9. Гарнитура виртуальной реальности Apple Vision Pro
Источник: <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>

С каждым годом на рынке виртуальной реальности все больше и больше появляются новые гарнитуры виртуальной реальности различных производителей и новые решения AR/VR разработчиков, тем не менее действующие гарнитуры виртуальной реальности (шлемы/очки) пока остаются самым распространённым средством погружения в виртуальную реальность.

1.3 Как работает виртуальная реальность

Основными компонентами большинства гарнитур виртуальной реальности являются: массив датчиков (гироскоп, акселерометр), линзы и экраны, пространственный звук и периферийные компоненты такие как контроллеры или другие (Рисунок 10).



Рисунок 10. Основные компоненты гарнитуры виртуальной реальности

Массив датчиков

В отличие от 2D-видео, виртуальная реальность — это не пассивный опыт. Пользователи взаимодействуют с виртуальными мирами, которые адаптируются в соответствии с постоянными действиями пользователя.

Для достижения этой цели VR-гарнитуры оснащены рядом датчиков, а некоторые устройства даже имеют систему с шестью степенями свободы (6DoF) для отслеживания положения головы.

Используя гироскопы, акселерометры и другие датчики, система 6DoF отслеживает движения головы и соответствующим образом меняет положение дисплея. Некоторые гарнитуры также оснащены датчиками отслеживания глаз, которые могут понять, когда глаза фокусируются на объекте или месте виртуальной реальности.

Линзы и экраны(дисплей)

Линзы и экран составляют основную часть аппаратного обеспечения гарнитуры VR. Между экраном и вашими глазами расположены стереоскопические линзы, которые искажают изображение, делая его трехмерным.

Через линзу проходят два изображения, по одному для каждого глаза, подобно тому, как наши глаза воспринимают и обрабатывают изображения в реальном мире. Кроме того, изображения в гарнитурах VR кажутся движущимися из стороны в сторону, воссоздавая ощущение на 360 градусов, и это достигается за счет тонкого перемещения содержимого дисплея в ответ на данные отслеживания головы.

Отсутствие классификации 3D-дисплеев на сегодняшний день привело к путанице в терминологии.

3D дисплей - это устройство, способное без дополнительных устройств типа очков или других, выводить информацию, которое воспринимается человеком как трехмерное, объемное. Объемом воспроизведения называют то пространство, формируемое 3D дисплеем, в котором наблюдают изображение. Объемом наблюдения называют то пространство, формируемое 3D дисплеем, в котором находится зритель. Человек может рассчитывать на восприятие неискаженного трехмерного изображения только тогда, когда он находится внутри объема наблюдения, которое заключено в объем воспроизведения.

Для пользователя, как правило, у 3D дисплея главной характеристикой является угол видимости 3D эффекта. Классификация трехмерных мониторов по способности отображения 3D изображений:

- Стереоскопические. Это дисплеи, которые для каждого глаза формируют два отдельных изображения. Это известный с 19 века принцип, который использовался в стереоскопах.
- Автостереоскопические. Это 3D дисплеи, которые воспроизводят для объемной сцены два ракурса, так называемые стереопары. Один ракурс предназначен для левого глаза, а второй – для правого. Таким образом, отпадает необходимость в аксессуарах для головы или глаз. Принципы построения аналогичны стереоскопическому безочковому кино и растровой фотографии. Создаются на базе LCD дисплеев. Используются в основном для рекламы.

- Голографические. Это 3D дисплеи, которые производят непрерывное световое поле, соответствующее световому полю существующей 3D сцены. Воспроизводят изображение в виде набора точек (вокселей) или векторов, физически разнесенных в ограниченном рабочем пространстве дисплея (объеме воспроизведения). Строятся на разных принципах. Один из них - это плоскости, расположенные одна над другой, которые при вращении дают эффект трехмерности.

Кроме того на базе крупномасштабных проекционных систем разрабатываются рассчитанные на многочисленную аудиторию многопользовательские установки для совместной работы в виртуальной реальности. Многопользовательские системы этим отличаются от индивидуальных систем, таких как «виртуальные шлемы». Если классифицировать их, то многопользовательские проекционные системы бывают трех типов:

- CRT-проекторы. Принцип работы этих проекторов основан на использовании трех электронно-лучевых трубок, которые производят синюю, зеленую и красную компоненты изображения, которые сведены вместе и на экране сфокусированы.
- LCD-проекторы. Принцип работы этих проекторов заключается в том, что они имеют яркий источник света и три жидкокристаллических панели. Свет, исходящий из источника света, разделяется на зеленую, синюю и красную компоненты, которые пропускаются через соответствующие им панели, а потом снова объединяется и проецируется на экран проектора.
- DLP-проекторы. Отличительной чертой работы этих проекторов состоит в том, что они используют специальную плату, которая состоит из ряда микроскопических зеркал. Каждое зеркало имеет два положения: отклоняющее свет от линзы и отражающее свет в линзу с дальнейшим попаданием на экран. Зеркала переключаются в течении микросекунд (десятки тысяч раз за кадр), что позволяет модулировать сигнал для получения непрерывных переходов яркости для каждого пикселя. Переключение цветовых компонент обычно производится с помощью быстро вращающегося колеса с тремя светофильтрами.

Наиболее широко распространенной проекционной системой является *CAVE (Computer-Aided Virtual Environment)* [2] – комната виртуальной реальности, которая представляет собой многогранную (от трех до шести экранов) проекционную систему 3D-визуализации, которая позволяет одновременно нескольким пользователям совместно манипулировать сложными 3D-моделями в масштабе 1:1 и обеспечивает наибольший эффект погружения, доступный на данный момент времени. Может быть дополнен необходимой периферией виртуальной реальности и соответствующей

аппаратурой, которая делает возможным отслеживание движений пользователя в комнате, а также движения его головы и даже глаз, даст возможность управлять виртуальными объектами в интерактивном режиме. Также могут быть добавлены различные типы устройств обратной связи (Haptical Devices). Усилению эффекта погружения способствует также и качественный стереозвук.

Пространственный звук (Spatial Audio)

Стереозвук поступает с двух направлений или по одному на каждое ухо, но в реальном мире пользователи получают гораздо более многоуровневое восприятие звука, где звук напрямую связан с нашим восприятием расстояния и пространства.

Гарнитуры VR имитируют этот опыт, используя 360-градусную или иммерсивную аудиотехнологию. Бинауральный звук — одна из таких технологий, и новый пространственный звук, впервые разработан корпорацией Apple и Бюро по патентам и товарным знакам США официально выдал Apple патент [3], относящийся к области аурализации. В частности, оно относится к методам аурализации виртуальных 3D-сред в реальном времени. Большинство инноваций в средах AR/VR сосредоточены на виртуальных 3D-средах для игр. Выданный Apple патент охватывает «аурализацию» виртуальных сред, которая описывает моделирование распространения звука внутри помещений, где методы геометрической акустики (ГА) могут использоваться для высококачественного синтеза слуховых стимулов, имитирующих определенное реалистичное поведение звуковых волн. В настоящее время многие компании-разработчики виртуальной реальности работает над тем, чтобы вывести пространственный звук в новые измерения.

Периферия виртуальной реальности: трекинг, хаптика

Системы трекинга необходимы для того, чтобы в виртуальной реальности поддержать ощущение полного погружения. В системах трекинга необходимой компонентой служит система слежения за положением тела, головы, а точнее сказать, система слежения глаз пользователя - так называемая система трекинга. Принципы работы систем трекинга делятся на ультразвуковые, оптические, электромагнитные и механические. Применяя информацию, полученную от системы слежения, графический обработчик делает отрисовку сцены. При этом он соблюдает необходимую перспективу для точки зрения пользователя. Самыми распространенными и более дорогостоящими являются электромагнитные системы слежения, которые регистрируют положение и ориентацию датчиков, прикрепленных к очкам или другим девайсам, которые используются в качестве устройств

взаимодействия. Но если аудитория большая, учет всех точек зрения почти невозможен. И тогда необходимости в системе слежения нет – в этом случае нужен расчет оптимальной точки зрения аудитории. Трекинг системы предназначены для определения контроллеров и шлема в пространстве. Вся суть виртуальной реальности сводится к оперативному и адекватному отображению ваших действий из реальности в виртуальную реальность.

Позиционный трекинг — одна из технологий виртуальной реальности, лежащая в основе взаимодействия человека с виртуальным миром. Предназначена для определения позиции и ориентации реального объекта (например, руки, головы или специального устройства) в виртуальной среде с помощью нескольких степеней свободы. Как правило, трёх координат его расположения (x, y, z) и трёх углов, задающих его ориентацию в пространстве. Определение позиции и ориентации реального объекта в пространстве определяется при помощи специальных датчиков и маркеров. Датчики снимают сигнал с реального объекта при его перемещении и передают полученную информацию в компьютер (Рисунок 11.).

Трекер HTC VIVE Tracker	Базовая станция HTC Vive Steam VR 1.03.0	Oculus Sensor - камера для Oculus Rift CV1
		

Рисунок 11. Трекинг системы виртуальной реальности

«Устройство слежения» включает в себя устройства, которые хранят географические данные для последующего доступа или анализа, а также устройства, позволяющие отслеживать перемещение в режиме реального времени. Такие устройства отслеживают положения самого пользователя и его головы и называются трекерами движения. Существуют системы трекинга, которые отслеживают положение глаз пользователя – так называемые глазные трекеры. Также трекинг может осуществляться на основе перчаток виртуальной реальности.

При применении проекционных систем на основе трекеров происходит взаимодействие с графической виртуальной средой. В работе трекеров

используются разные физические принципы, такие как электромагнитные, гироскопические, оптические, лазерные, ультразвуковые и другие. И системы трекинга отличаются друг от друга именно принципами работы. Системы трекинга, которые работают на оптическом инфракрасном принципе, являются качественными и самыми популярными в настоящее время. В качестве примеров можно привести еще:

- A.R.T. – система трекинга от компании Advanced Realtime Tracking GmbH, принцип работы - инфракрасный оптический трекинг.
- InterSense – система трекинга от компании InterSense, предназначен для головных шлемов виртуальной реальности, принцип работы - гироскопический / инерционный и комбинированный трекинг. Для отслеживания работы глаз можно привести в пример использование очков SMI Eye Tracking Glasses. Эти трекеры для отслеживания направления взгляда применяют принцип инфракрасной подсветки зрачка.

Перчатки виртуальной реальности

Перчатки имеют встроенный контроллер, предназначенный для подключения к рабочим станциям и обеспечивают два способа организации связи: перчатки могут быть соединены при помощи USB-dongle с латентностью ниже 5 мс и есть опция организации канала по протоколу Bluetooth с латентностью до 12 мс (Рисунок 12).



Рисунок 12. Перчатки виртуальной реальности Prime X Haptic VR

Костюм виртуальной реальности

Костюм виртуальной реальности – программно-аппаратный комплекс, позволяющий взаимодействовать с 3D-моделью изделия в САПР по технологии industrial motion capture. Ввод данных с костюма виртуальной реальности происходит в реальном времени. На основе этих данных создается виртуальный манекен.

Тактильные устройства

Термин «хаптика» происходит от латинского слова «*haptē*», что обозначает осязать. Хаптика – это наука об осязании, о тактильных формах самовыражения и деятельности. При погружении в виртуальную реальность хаптика отвечает за осязание. Самые разные тактильные ощущения погружаемого в виртуальную реальность человека имитируются различными устройствами, и это позволяет использовать осязательный канал общения в человеко-компьютерных интерфейсах. Использование такого канала общения очень эффективен при интерактивном прототипировании приложений виртуальной реальности, разработке тренажеров и симуляторов, а также виртуальной сборке. Например, практика безопасных медицинских процедур часто зависит от мелкой моторики и зрительно-моторной координации. Освоение новых навыков требует много практики, а для достижения желаемого уровня некоторых задач могут потребоваться годы. Но хотя имитация является обычным способом обучения, нет ничего более эффективного, чем эксперт, направляющий руку ученика через определенный жест, который необходимо выполнить – сначала с твердым хватом, а затем с постепенно более легким хватом, по мере того как ученик обретает уверенность.

Компания Force Dimension разработала уникальные интерфейсы силовой обратной связи, которые подключаются к системам иммерсивного моделирования для моделирования взаимодействия между инструментами и виртуальными пациентами. ScanTrainer от Intelligent Ultrasound обеспечивает очень реалистичное сканирование брюшной полости. Движение ультразвукового преобразователя похоже на сканирование реального пациента: форма, положение и ощущения меняются в зависимости от каждого случая пациента, что позволяет стажерам практиковаться на нескольких виртуальных пациентах. Модули курса помогают слушателям манипулировать датчиком, развивая зрительно-моторную координацию и пространственную осведомленность от 3D до 2D при интерпретации взаимосвязей изображений. Серия увлекательных тестов используется как для обучения, так и для оценки уровня навыков. Интеграция тактильных ощущений в компьютерные 3D-игры и приложения виртуальной реальности значительно повышает удобство использования. Это прекрасное сочетание кинестетических и тактильных сил, которое создает иллюзию полной вовлеченности и переживания опыта в виртуальном мире. Для достижения такого технологического успеха компания Force Dimension впервые разработала уникальную программную и аппаратную архитектуру, которая в реальном времени рассчитывает команды силового срабатывания с высокой частотой 4000 Гц, чтобы обеспечить максимальную стабильность и воспринимаемую непрерывность. Novint Falcon стал первым в мире потребительским 3D-гаптическим устройством, в котором интегрирована

технология тактильного управления высокой четкости Force Dimension (Рисунок 13).



Рисунок 13. Потребительское 3D-гаптическое устройство Novint Falcon
Контроллеры

Контроллеры VR-гарнитур — это мост между реальным и виртуальным мирами. Существуют множество контроллеров, помимо обычного набора из двух портативных контроллеров, которые идут в комплекте с большинством гарнитур. Например, Samsung предлагает контроллер движения одной рукой для своего комплекта Gear VR, а HTC VIVE также предлагает контроллеры, похожие на джойстики, которые поставляются с базовой станцией для их стыковки. Компания Meta разработала набор тактильных контроллеров, которые могут обеспечить сенсорное управление и навигацию, чувствительные к давлению. Кроме того, Valve Index предлагает уникальный подход к контроллерам, включающий конструкцию с захватом кулаком.

Следует отметить существуют особенности VR и AR, различающие эти инструменты друг от друга:

- виртуальная реальность (VR) конструирует новый искусственный мир, а дополненная реальность (AR) лишь вносит отдельные искусственные элементы в восприятие реального мира;
- виртуальная реальность является отражением реального окружающего нас мира, искусственно созданного с помощью технических средств и представленного в цифровой форме;
- самым распространенным средством погружения в виртуальную реальность, являются специализированные гарнитуры (шлемы) и очки, принцип работы которых базируется на том, что прикрепленные к корпусу гироскоп и акселерометр отслеживают повороты головы пользователя и передают данные в вычислительную систему, которая

изменяет картинку на дисплее в зависимости от показаний датчиков, таким образом пользователь чувствует себя внутри виртуальной реальности, как в реальном мире;

- дополненная реальность обычно реализуется с помощью мобильных приложений. Характеризуя технологию дополненной реальности, ученые указывают на простоту отображения в ней виртуальных объектов по сравнению с виртуальной реальностью;
- разработка объекта для системы дополненной реальности выполняется следующим образом: в 3D-среде создается визуальная модель компонента дополненной реальности; в 2D-среде создается простой маркер, который может быть быстро распознан системой дополненной реальности; в программном средстве для поддержки дополненной реальности маркер связывается с 3D-моделью. При распознавании маркера системой дополненной реальности на экране устройства с программным средством для поддержки дополненной реальности на изображение распознанного маркера накладывается соответствующая ему 3D-модель.

В целом выбор оборудования зависит в основном от выбранного уровня свойств приложения VR, таких как реализм, погружение и взаимодействие. Чем больше количество задействованных органов чувств пользователя, тем выше сложность устройств и соответствующего программирования. Наиболее распространенными органами чувств, задействованных в VR-приложениях, являются зрение и слух. Руки пользователя задействуются только при работе с элементами управления, а тактильные органы чувств (осязание) еще сильно не задействованы в связи со слабым развитием.

В неиммерсивных системах устройством видения является монитор компьютера, а аппаратным компонентом, управляющим отображением виртуального мира на экране компьютера, является видеокарта. Для хорошего взаимодействия требуется высокопроизводительная видеокарта, большое количество графических процессоров, установленная общая память и высокопроизводительная шина данных.

Для педагогов и дизайнеров определение AR в широком смысле было бы более продуктивным, поскольку такое определение предполагает, что AR может создаваться и внедряться с помощью различных технологий, таких как настольные компьютеры, портативные устройства, головные дисплеи и т.д. «То есть понятие дополненной реальности не ограничивается каким-либо типом технологий и может быть пересмотрено в широком смысле в настоящее время. Дополненная реальность использует возможности реального мира, предоставляя дополнительную и контекстуальную информацию, которая расширяет восприятие реальности учащимися» [4]. Дополненная реальность может быть основана на технологиях и сопровождаться ими, но ее следует рассматривать не только как технологию.

Опираясь на вышеизложенное, философские и технологические подходы к определению понятия дополненной реальности строятся на схожей архитектуре, и позволяют кумулятивно определить ее как технологию, в которой смешиваются реальный и виртуальный миры посредством применения технологических решений (мобильные устройства, HMD-гарнитуры с прозрачным экраном, очки дополненной реальности и др.), накладывая смоделированные виртуальные объекты на реальную действительность.

Тем не менее, в большинстве дефиниций термин «виртуальная реальность» означает разработанную с помощью цифровых технологий искусственную среду, которая полностью заменяет физическую реальность. Человек погружается в искусственно созданную среду, где может использовать находящиеся в ней объекты и осуществлять различные действия с ними. Дополненная реальность представляет собой технологию, которая частично дополняет физические объекты и процессы неким виртуальным содержанием.

В целях четкого понимания и представления разницы и подобия двух видов иммерсивных технологий (виртуальной и дополненной реальности) в данном исследовании нами были использованы определения виртуальной и дополненной реальности, представленные Институтом ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании.

Виртуальная реальность – это созданная с помощью компьютера симуляционная среда, с которой человек может взаимодействовать. Человек погружается в искусственно созданную среду, где может использовать находящиеся в ней объекты и осуществлять различные действия [5].

Дополненная реальность – это среда, дополняющая реальный физический мир виртуальными объектами, созданными на компьютере, в режиме реального времени [5].

Таким образом, дополненная реальность добавляет отдельные искусственные элементы в восприятие реального мира, а виртуальная реальность создает новый искусственный мир.

Также в контексте виртуальной и дополненной реальности довольно часто используются термины «смешанная реальность» (MR, Mixed Reality) и «расширенная реальность» (XR, Extended Reality).

Смешанная реальность (MR, Mixed Reality) является интегрированной технологией, которая включает элементы виртуальной и дополненной реальности. Смешанная реальность поддерживает параллельное присутствие и взаимодействие физических и цифровых объектов в реальном времени.

Термин «расширенная реальность» (XR, Extended Reality) используется для обобщения различных видов иммерсивных технологий: виртуальной,

дополненной и смешанной реальностей, а префикс XR означает, что устройство объединяет в себе несколько разных технологий [6].

Большинство результатов исследований с использованием HTC Vive Pro, ClassVR, Oculus Quest 2 и других современных VR-гарнитур в практике обучения подтверждает утверждение Байленсона Д. (Bailenson) (2019) о том, что виртуальная реальность – это “совершенно новая среда со своими уникальными характеристиками и психологическими эффектами, которая полностью изменит то, как мы взаимодействуем с (реальным) миром вокруг нас и с другими людьми”.

Предполагается, что в перспективе учебная среда виртуальной реальности (VRLE, virtual reality learning environment) вполне может рассматриваться в качестве альтернативы традиционной учебной среды. Далее в нашем исследовании мы будем использовать термин «учебная среда виртуальной реальности» (VRLE, virtual reality learning environment).

Не исключено, что со временем все предложенные определения следует поэтапно пересматривать в контексте новых изменяющихся условий и технологических решений, что позволит глубже понять суть и смысл изучаемых в исследовании технологий.

2 Современное состояние использования дополненной и виртуальной реальности в образовании

2.1 Дополненная и виртуальная реальности в образовании

За последние годы сфера виртуальной и дополненной реальности сделала реальный рывок в развитии. По данным известной аналитической компании Gartner, это уже не развивающаяся технология, а технология, которая с точки зрения ожиданий пользователей и реализуемых возможностей достигла зрелости. При этом эта технология уже вышла на точку продуктивности [7].

По словам итальянских исследователей P.Cipresso и др., «история технологии VR длиннее, чем может показаться: концепция VR была сформулирована в 1960-х годах, а первые коммерческие инструменты VR появились в конце 1980-х годов» [8]. В изданных за последние 20 лет тысячах научных работ, ученые исследовали процессы, влияние и приложения этой технологии. Каковы результаты этой важной исследовательской работы? По словам авторов, они собрали все существующие статьи о VR/AR в научной базе данных Web of Science Core Collection, и полученный набор данных содержал 21 667 записей для VR и 9 944 для дополненной реальности (AR). По

утверждению исследователей [2], положение дел на 2018 год было таково, что если 5 лет назад большинство публикаций о VR были в материалах конференций, то к 2018 году журналы явились основным средством коммуникации. И если вначале информатика была ведущей областью исследований, то к 2018 году области исследований этих технологий увеличились, а также увеличилось число стран, участвующих в исследованиях виртуальной реальности [8].

В странах СНГ интерес к проблематике виртуальной реальности возник в начале 90-х годов XX века с развитием деятельности Лаборатории виртуалистики в Институте философии Российской академии наук. Уже спустя несколько лет наблюдался рост количества публикаций, посвященных данной проблеме. Заинтересованные в данном направлении исследователи представили 49 докладов в рамках работы конференции «Виртуальные реальности и гуманитарные науки», прошедшей в Москве в июне 1998 года. Летом 1999 года на Втором российском философском конгрессе в Екатеринбурге 16 докладов были так или иначе связаны с виртуальной реальностью. На Третьем российском философском конгрессе в 2002 году был проведен круглый стол, а различным аспектам виртуальной реальности были посвящены 12 докладов. Виртуальная реальность начала фигурировать в темах диссертационных исследований по философии. Однако на раннем этапе исследований виртуальной реальности технологические аспекты были развиты довольно слабо, приложения – ограничены, поэтому интерес к ней был своеобразным «кредитом доверия». Сегодня исследования VR/AR все чаще строятся на эмпирическом материале [9].

Технологии виртуальной реальности могут поддерживать широкий спектр приложений для моделирования и обучения, включая специальное обучение и реагирование на чрезвычайные события. Виртуальная реальность также позволяет сократить циклы проектирования за счет совместной работы и расширить возможности пользовательского интерфейса в области визуализации научных исследований. Приложения виртуальной реальности выигрывают за счет иммерсивных интерфейсов виртуальной реальности, которые помогают повысить производительность задач или снизить затраты, связанные с разработкой нового продукта, а также могут улучшить понимание с помощью передовых технологий моделирования и графической визуализации.

Появление новых моделей VR-очков и способов создания специализированного контента способствовало развитию виртуальной реальности в области индустрии развлечений. Сегодня виртуальная

реальность позволяет не только перемещаться в новые места, но и получать новый опыт в области образовательных услуг, медицины, работы в сфере дизайна и промышленности. Современный технологичный уровень виртуальной реальности позволяет испытать ощущения и непередаваемый опыт, трудно отличимый от реальности.

Если говорить о дополненной реальности, то данная технология лучше всего подходит для специализированных решений. Используя датчики устройств, технология AR действует как цифровое расширение чувств пользователей и служит интерфейсом для людей в физическом мире. Она обеспечивает цифровой фильтр для расширения пользовательского пространства релевантной, интересной и полезной информацией. AR соединяет цифровой и физический мир. Например, AR-приложения могут быть использованы в образовании, усиливая обучение, улучшая качество образования, в том числе и в инклюзивном образовании, используя датчики устройств.

Основные предпосылки для внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в сферу образования:

- Рост объема инвестиций в VR/AR. По данным аналитических компаний, таких как Gartner, в 46 миллиардов долларов оценивается мировая индустрия VR/AR [7] и эта цифра постоянно растет с 2012 года и, судя по всему, не планирует существенно останавливать свой рост в ближайшее время. Хотя по данным LearnLaunch, в настоящее время образовательные технологии (edtech) составляют менее 5% от 1,6 триллионов долларов, которые ежегодно тратятся на образование в США. По мнению этой авторитетной компании, проникновение цифровых технологий в сектор образования невелико по сравнению с другими секторами.
- Снижение цены на техническое оснащение. Цены за последние несколько лет на современные VR/AR-устройства, предназначенные для домашнего и профессионального использования, успели существенно снизиться, сделав их более доступными.
- Увеличение выпуска программного обеспечения для VR/AR. В настоящее время существует уже несколько тысяч самых различных VR/AR и их количество постоянно растет.
- Увеличение числа крупных компаний, работающих в сфере VR/AR. На европейском рынке их уже более 300, а такие гиганты, как Oculus,

HTC, Sony, Google, Microsoft, Samsung и многие другие уже давно внедряют свои технологии в этой области.

- Внедрение VR/AR-технологий в другие сферы: нефтегазовая промышленность, машиностроение, энергетика, металлургия, телекоммуникации, культура, реклама и многое другое. Виртуальная реальность уже давно перестала быть только игровой историей и активно внедряется во все сферы деятельности человека.

В сентябре 2020 года исследовательская аналитическая компания CB Insights представила тренды, которые изменят образование в эпоху Постковид-19. По мнению аналитиков CB Insights, сектор образования сильно отстает в части внедрения цифровых технологий. На пути к цифровой трансформации в образовании существуют следующие барьеры: конфиденциальность данных, отсутствие специалистов для управления цифровой инфраструктурой, отсутствие инвестиций в цифровые технологии. Пандемия COVID-19 заставляет трансформироваться сектор образования, и основными трендами, которые изменят образование из 6 объявленных, является виртуальная и дополненная реальность [10].

Сегодня, когда наблюдается кризис живого общения, технологии виртуальной и дополненной реальности могут стать одними из эффективных решений этой проблемы. В качестве примера можно привести слова сооснователя проекта «IN VR» Алины Абдрахмановой, которая считает, что нужно, чтобы в дистанционном обучении университеты использовали виртуальную реальность [11]. По проекту создана платформа, которая позволяет проводить онлайн-обучение, с применением виртуальной реальности. Для организации дистанционной лекции необходимо в аудитории университета установить камеру, которая снимает на 360 градусов. Студент, находясь дома, надевает VR-шлем или ставит смартфон в картборд и видит все, что происходит вокруг него, и это позволяет сделать процесс обучения не только эффективным, но и более увлекательным. По такому же принципу можно виртуально присутствовать на футбольном матче с участием любимого футболиста, на концерте известного певца, подпевать ему вместе с другими, видеть все спецэффекты шоу.

Исследуя применение VR/AR-технологий за рубежом, можно отметить, что лидерами являются европейские страны, США и Китай. В качестве примера можно назвать:

- В Китае проводились исследования «Влияние виртуальной реальности на академическую деятельность». Класс поделили на две группы, и одну и ту

же дисциплину преподавали в первой группе с применением виртуальной реальности, а во второй группе – классическим методом. По результатам обучения провели тест. Процент освоения первой группы - 93%, а второй – 73%. В дополнение к этому группа VR показала более глубокое понимание темы и лучше закрепила полученные знания. Эту гипотезу подтвердили и российские ученые [12].

- VR-тренировка проведения хирургической операции на желчном пузыре была продемонстрирована в Йельском университете (США). Группа, использующая VR, в 6 раз реже допускала ошибки и была на 29% быстрее.

- Компания Google много лет работает над созданием виртуальных экскурсий по мировым достопримечательностям. К примеру, в 2019 году был запущен виртуальный тур по Версальскому дворцу, для создания которого использовано 132 000 фотографий. Есть также туры по Букингемскому дворцу в Лондоне, Большому театру в Москве и другим объектам культурного наследия.

- В Китае с помощью технологии дополненной реальности произвели цифровую реконструкцию крупнейшего королевского сада [13, 14].

В России также ведутся исследования по внедрению VR/AR-технологий в образование. Работают такие образовательные проекты, как «Образование-2024», «Цифровая школа», «Современная цифровая образовательная среда», «Цифровая экономика Российской Федерации». В 2019 году Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ опубликовало Дорожную карту развития «сквозной» цифровой технологии «виртуальной и дополненной реальности».

Большим исследовательским центром по технологиям виртуальной и дополненной реальности является Центр Национальной Технологической Инициативы (НТИ) по направлению «Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности» Дальневосточного Федерального Университета в г. Владивосток. Целью деятельности центра является «разработка продуктов в области коммуникаций «человек-машина» и «человек-человек» в дополненной и виртуальной реальности, основанных на передовых психофизиологических технологиях и новых нейроинтерфейсах, повышающих продуктивность человеко-машинных систем; кадровое и инфраструктурное обеспечение комплексных научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов в области AR/VR, реализация образовательных программ подготовки научных и инженерных кадров, а также кадров в области продвижения новых товаров и услуг; развитие дизайна

товаров и услуг в интересах рынка НТИ Нейронет» [15]. Работа Центра по разработке и внедрению виртуальной и дополненной реальности ведется по двум направлениям: образование и медицина. Центр также ведет образовательную деятельность. В ноябре 2020 года, Центр проводил опрос российских школ о готовности к применению виртуальной и дополненной реальности в учебном процессе. По результатам исследования, в отдельных российских образовательных учреждениях, в том числе региональных, уже сейчас есть возможность применять технологии в обучении. По количеству таких учреждений лидерами (более 30) стали Самарская, Орловская и Московская области, Ставропольский и Хабаровский края, а также Республика Саха (Якутия) [16, 17]. Кроме указанных областей, в России известны работы Томского государственного университета, где занимаются разработками VR/AR-приложений, работы Загитуллиной Ф.Р. из Санкт-Петербурга, Набоковой Л.С. из Красноярска [18], много работ посвящено качеству получаемых знаний, при применении VR/AR приложений.

В Казахстане изучение и внедрение VR/AR-технологий находится пока на начальной стадии. Есть отдельные примеры по внедрению - например, в городе Нур-Султан, в школе-лицее № 73 открыта лаборатория виртуальной реальности «NURLab». Пока это единичный проект, авторы которого предложили внедрить лаборатории дополненной/виртуальной реальности «NURLab» в каждой школе страны [19].

Несмотря на стремительное развитие технологий виртуальной и дополненной реальности, применение их в образовательном процессе еще на стадии становления. Направление исследований по применению решений, базирующихся на технологиях виртуальной и дополненной реальности в области образования, пока не слишком широко освещается в российских и казахстанских изданиях образования. И пока инструменты VR/AR довольно молодые и не способны заменить традиционное образование, уже сегодня они могут качественно дополнить образование, сделать его более практико-ориентированным, интересным и доступным.

И тем не менее надо отметить, что виртуальная и дополненная реальность является ведущим трендом информационных технологий. Она стала использоваться во всех отраслях, и перспективы роста применения этой технологии очень высокие. VR/AR оказывают и будут оказывать влияние на все сферы жизни, в том числе и на образование. Применение VR/AR-технологий изменит технологическую составляющую процесса образования, которая, как предполагают авторы, будет способствовать более качественному усвоению знаний.

2.2 Геймификация и квест обучение в дополненной и виртуальной реальности: дидактические цели

Геймификация обучения или использование игровых подходов обучению является одним из эффективных способов, который позволяет реализовать активный метод обучения, хорошо и надолго запомнить изучаемый материал, освоить определенные навыки, повысить мотивацию к обучению и увлеченность. В педагогике существует множество определений понятия «геймификация», но все они сводятся к одному — применению игровых технологий в неигровом контексте. Однако в большинстве авторы придерживаются широкого толкования термина «геймификация» — как использования игровых технологий в образовательном процессе [20]. Такое понимание дает основания рассматривать геймификацию как достаточно универсальную технологию, динамично и солидарно развивающей в контексте с цифровыми технологиями. Также существует мнение о том, что понятие «геймификация» не тождественно понятию «игра». Геймификация подразумевает использование некоторых элементов игры для осуществления профессиональных, но не развлекательных целей. В то время как игра представляет собой систему, абстрактную или отвлеченную ситуацию, в которой у участников есть определенные роли и правила, руководствуясь которыми они приходят к определенному результату. Получаемый результат обычно не всегда связан ни с образовательными, ни с трудовыми целями. Геймификация также отличается от многих игровых практик (таких, например, как традиционная игра, ролевая игра, симуляция) тем, что реальность не превращается в игру, а остается реальностью, в то время как ученику даются игровые установки, которые соотносятся с реальностью [21].

В теории и практике обучения установлены, что геймификация способствует качественному изменению способа организации учебного процесса и приводит к повышению уровня мотивации, вовлеченности обучающихся, активизации их внимания и концентрации при решении учебных задач. Затрагивая психологический аспект использования геймификации, ученые считают, что главной особенностью любой игры является способность завладеть вниманием игрока и удерживать его на протяжении определенного периода времени по принципу «сила игры заключается в том, что когда геймер вовлечен в игру теряет счет времени, забывает даже о физических потребностях в еде или сне» [21,22]. Данное дидактическое свойство игровых технологий является психологическим основанием внедрения геймификации в процесс обучения, поскольку учителя также хотят, чтобы обучающиеся школы имели такую же степень

вовлеченности при обучении и приходили в школу учиться с интересом и удовольствием.

Игровые методики также развивают критическое и системное мышление, способность генерации интересных идей, способность эффективного взаимодействия и сотрудничества. Согласно К.Каппу, геймификация – это «использование игровой механики, эстетики и игрового мышления для вовлечения людей в обучение и решение различных задач и для повышения их мотивации» [23]. Эффективность данных технологий напрямую зависит от того, насколько правильно игровые элементы встроены в процесс обучения, при этом цель игры должна четко совпадать с задачами обучения. В качестве игровых технологий сейчас широко применяются различного вида квесты. Квест (quest) в переводе с английского – «поиск, выполнение поручений». Квест представляет собой интерактивную игру, где участники двигаются по сюжету для достижения заданной цели.

Квест обучение является основой уникальной методики работы с учениками американского педагог Дэйв Берджес (Dave Burgess) и его методика состоит из шести элементов, каждый из которых соответствует одной букве из слова «Pirate» [24]:

1. Страсть (Passion). Нужно страстно любить свою работу учителя. Если этого не происходит, страсть можно развить.

2. Погружение (Immersion). Чтобы вовлечь учеников в учебный процесс, самому учителю необходимо погрузиться в него.

3. Контакт (Rapport). Чтобы подготовить почву для обучения, учитель должен лично узнать своих учеников, показать им, что они для него не очередная группа учащихся, а затем создать для них безопасную и непринужденную атмосферу.

4. Вопрос и анализ (Ask and Analyze). Чтобы родилась творческая идея, сначала нужно задать правильные вопросы. Чтобы творческая идея нашла отклик у аудитории, необходим постоянный анализ и готовность услышать самые разные ответы.

5. Трансформация (Transformation). Если учитель и учащиеся чувствуют, что они постоянно натываются на препятствия, возможно, пора изменить свое представление о том, что возможно в классе.

6. Энтузиазм (Enthusiasm). Разжигая в себе огонь энтузиазма, учитель может стать лучом света в темном царстве скуки и банальности.

В настоящее время современная система образования, в том числе школа конкурирует с развлекательной сферой и нуждается в механизмах восприятия, которые позволят вовлечь учеников в процесс усвоения новых знаний. Ведь эффективным обучением движет интерес, который нужно сначала сформировать, а затем поддержать. Поэтому сегодня в образовании всё популярнее технологии с поддержкой цифровыми эффектами и воспроизведениями, высокотехнологичной цифровой визуализацией такие, как видеоролики, 2D/3D анимации, 360 видео, технологии потокового вещания (стриминг технологии) и иммерсивные технологии, представителями, которые являются виртуальная и дополненная реальность.

Когда речь идет о виртуальной/дополненной реальности в образовании, необходимо проводить четкую границу между обучением в среде виртуальной/дополненной реальности и обучению создания виртуальной/дополненной реальности. В первом случае VR не является самоцелью, это лишь дополнительное средство при обучении предмету, такое же, как учебник, интерактивная доска, мобильное приложение в полном смысле как альтернатива классному кабинету (classroom). Во втором случае дети приобретают новый навык работы с технологией: учатся 3D-моделированию, программированию, системному администрированию, дизайну пользовательского интерфейса и т. д. и используют такие платформы, как Warwin, GoSpace, Vuforia, Unity, Unreal Engine и др. Кроме того, образовательные возможности виртуальной реальности также соответствуют дидактическим принципам в контексте геймификации обучения (Таблица 1, [22]) и способствуют оптимизации учебного процесса в школе.

Таблица 1. Реализация дидактических принципов посредством использования геймификации [22]

Реализуемый дидактический принцип	Средства реализации данного принципа
Принцип сознательности и активности обучаемых	Мгновенная обратная связь и возможность оценивания и самооценивания
Принцип наглядности	Мультимедийно-динамическая форма подачи материала
Принцип последовательности и систематичности	Постепенное усложнение условий игры и игрового материала

Принцип индивидуализации обучения	Возможность выбора индивидуальной траектории
Принцип доступности и посильности	Возможность самостоятельно выбирать сложность учебного материала
Принцип прочности	Задействование эмоций студентов

2.3 Концептуальные основы использования VR/AR-технологий в средней школе

Использование новых технологий в педагогических целях – это веление времени. Цифровизация охватывает все отрасли, в том числе и образование и быстро навязывает себя в качестве будущего образования. На самом деле большинство специалистов, работающих в области обучения и образования, уже разбираются в различных областях, таких как дополненная реальность, виртуальная реальность, электронное обучение и смешанное обучение. Хотя внедрение все еще довольно дорого, есть все основания полагать, что затраты быстро снизятся и высокотехнологичные новшества будут продолжать развиваться. Чтобы достичь этого, интернет-гиганты – Apple, Microsoft, Facebook, Google массово инвестируют в исследования и разработки в области виртуальной и дополненной реальности, которые могут существенно изменить подход к обучению и образованию.

Разработка концептуальных основ использования VR/ AR технологий в средней школе предполагает их определение, изучение их роли и определение принципов использования VR/AR технологий в средней школе.

Для достижения поставленной цели предстоит решить ряд задач:

1. Определить понятия виртуальной, дополненной, смешанной реальности. Определить роль указанных технологий для образования, в чем их необходимость;
2. Определить принципы использования указанных технологий в образовании;

3. Определить, что нужно для применения VR/AR технологии в школе: программное обеспечение в виде контента и программное обеспечение, необходимое для демонстрации указанного контента, определение необходимого аппаратного обеспечения.

В ходе изложения концепции также будут затронуты такие вопросы как:

- понимание обучающей роли и функции VR/AR технологии в образовании;
- основные направления использования VR/AR в обучении и преподавании;
- психолого-педагогические и технологические особенности применения VR/AR.

Аннотация понятий виртуальной и дополненной реальности

Развитие технологий привело к тому, что сектор образования принял множество технологий, и среди них – виртуальная и дополненная реальность (VR/AR). Образовательные технологии виртуальной и дополненной реальности – это развивающаяся концепция, которая включает в себя удобные для учащихся функции, позволяющие или учитывающие уникальный опыт обучения.

Виртуальная реальность (VR) – это альтернативная реальность, которая моделируется и строится с помощью компьютерных систем с использованием цифровых форматов. Для разработки и визуализации виртуальной реальности необходимы достаточно мощные компьютерное оборудование и программное обеспечение, которые могли бы создать реалистичный эффект погружения (специальные очки или шлемы виртуальной реальности, программное обеспечение).

Дополненная реальность (AR) накладывает искусственные элементы, такие как 3D-объекты, мультимедийный контент или текстовую информацию, на изображения реального мира, расширяя возможности взаимодействия с пользователем.

В настоящее время обе технологии используются во многих отраслях, таких как, медицина, машиностроение, образование, география, реклама и другие. Виртуальная реальность имеет три ключевых аспекта, свойственные для иммерсивных систем виртуальной реальности: погружение (Immersion), взаимодействие (Interaction) и визуальный реализм (Visual Realism) [26].

Погружение создается путем окружения пользователя виртуальными технологиями и устройствами [27], например, виртуальными очками, перчатками с датчиками движения, шлемами виртуальной реальности (HMD), объемным звуком и любыми другими элементами, создающими сенсорные стимулы или датчики, позволяющие пользователю взаимодействовать с виртуальной средой как в реальной среде. Таким образом, VR имитирует физическое присутствие пользователя в виртуальной среде, которая классифицируется как сенсомоторная, когнитивная и эмоциональная [28], но виртуальная реальность также создает захватывающий 3D-пространственный опыт, когда пользователь воспринимает то, что принадлежит виртуальному миру (например, игра в видеоигре).

Чтобы быть достоверным, это восприятие требует взаимодействия в реальном времени [29], так что пользователю требуется мгновенная обратная связь о его движениях, положении и ощущениях. Эта обратная связь позволяет пользователю реагировать и отправлять команды компьютеру с помощью трекеров, перчаток, клавиатуры или любого другого устройства ввода, имитирующего реакции пользователя в реальном мире.

Устройства вывода (визуальные, звуковые или тактильные) должны создавать реалистичную иллюзию, чтобы аппаратное и программное обеспечение могли отображать подробные и реалистичные виртуальные сценарии и должны были обрабатывать геометрию, текстуру и физические модели, чтобы быть достоверными.

Дополненную реальность можно рассматривать как расширение виртуальной реальности, которая смешивает видение реального мира с виртуальными элементами для создания смешанной реальности в реальном времени. Дополненная реальность (AR) - это версия реального физического мира, в которую добавлены дополнительные элементы для ее улучшения, что достигается за счет использования цифровых визуальных элементов, звука или других сенсорных стимулов, доставляемых с помощью технологии. Это растущая тенденция среди компаний, занимающихся мобильными вычислениями и бизнес-приложениями, и сейчас идет внедрение этих технологии в образовательное пространство.

Роль VR/AR-технологий в образовании

В мире, движимом технологиями, обучение адаптируется к постоянно меняющимся условиям, чтобы создавать новые образовательные возможности.

С появлением технологий виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) в сфере образования можно рассмотреть возможность добавления новых возможностей, более захватывающих и интегрирующих в образовательный процесс.

Иммерсивное обучение – это современный стиль обучения, в котором используются технологии для задействования чувств, чего не может достичь традиционная лекция. Есть четыре основных категории стилей обучения, и большинство обучаемых подпадают под зрительные, слуховые, чтение/запись и кинестетические.

В классических лекциях обычно используются слуховые и письменные стили обучения с периодическим использованием визуальных элементов для иллюстрации. Этот метод работает для многих предметов, в то время как другие предметы, к примеру, относящиеся к естественным наукам, могут выиграть от включения кинестетических элементов лабораторных экспериментов. Точно так же, как фотография или видео могут помочь обучаемым визуализировать сложную концепцию, иммерсивное обучение может добавить новые элементы в стандартизированную учебную программу и задействовать чувства. Есть много разных способов создать иммерсивный учебный опыт, например, виртуальный тур по человеческому телу, чтобы помочь ученикам узнать об анатомии – что-то вроде реальной версии. Использование виртуальной реальности для обучения даст лучший и более продвинутый стиль обучения, в отличие от традиционного образования. VR и AR применимы на всех уровнях образования: для обучения в дошкольном образовании, в средней школе и профессионально-техническом обучении. «Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовании – это растущая концепция», – такие выводы были даны, согласно информации, опубликованной в отчете EdWeek в апреле 2019 года [30].

Таким образом, учителя должны быть готовы использовать преимущества дополненной и виртуальной реальности в образовании. Технологии VR/AR поменяют стиль обучения и в этом заключается их ведущая роль. Как уже отмечено, применение технологий виртуальной и дополненной реальности на лабораторных и практических занятиях позволит учащимся получить опыт, а это поднимет качество обучения. Отмечая преимущества виртуальной и дополненной реальности, необходимо отметить, что немногие учителя готовы их применять. Здесь нужно отметить, что есть и сопротивление новым технологиям, и инертность со стороны учителей. Есть учителя, которые воспринимают их применение только в области развлечений, а не как эффективный инструмент обучения в классе. Поэтому

необходимо предпринять меры, чтобы учителям были доступны знания по выявлению преимуществ указанных технологий.

Необходимо внедрить курсы по повышению квалификации педагогов школы в области получения знаний о преимуществах технологий виртуальной и дополненной реальности, использования их в учебном процессе, получения навыков применения. Включить дисциплины, связанные с применением технологий виртуальной и дополненной реальности, в образовательные программы будущих педагогов.

Преимущества нового стиля с применением виртуальной и дополненной реальности:

1. визуализация способствует пониманию;
2. виртуальная и дополненная реальность позволяет получить первый опыт практики по специальности, помогает отрабатывать профессиональные навыки;
3. благодаря многопользовательским платформам вроде Spatial, Rumii, на которых создаются виртуальные аудитории, есть возможность присутствовать на лекции известных специалистов, возможность совместной работы с людьми, находящимися в разных концах земного шара.

Известно, что занятия в классе проходят лучше всего, когда они отражают нормальное социальное взаимодействие учащихся. Если нормальная жизнь построена на цифровом взаимодействии, на применении виртуальной и дополненной реальности, то учащиеся, скорее всего, хорошо воспримут эту обстановку при обучении. Это обеспечит более высокую вовлеченность обучаемых, но также и лучшее понимание сложных идей, если они сформулированы знакомым образом.

Для сторонников традиционного образования педагогическое наследие, возможно, является одним из самых больших препятствий на пути к цифровой трансформации, но оно также может и должно быть их самой сильной стороной. Обучение школьников проходит примерно одинаковым образом уже сто или более лет, поэтому полномасштабные преобразования - непростая задача. Педагогические техники, которые работали столетие, все еще работают, но их следует дополнить высокотехнологичными возможностями. Лучшее из мира старого образования в сочетании с лучшим из нового мира - это мощная пара. Внимание к педагогическим потребностям и результатам обучения должно оставаться приоритетом номер один для любого преобразования образования. Поэтому важно, чтобы традиционные

поставщики образования возглавили цифровую трансформацию в нашей отрасли.

Принципы использования VR/AR-технологий

Как и для любого средства обучения, а виртуальная и дополненная реальность есть средство обучения, необходимо:

- учитывать возрастные и психологические особенности обучающихся;
- гармонично использовать разнообразные средства виртуальной и дополненной реальности для комплексного, целенаправленного воздействия на эмоции, сознание, поведение ребёнка через визуальную, аудиальную, кинестетическую системы восприятия в образовательных целях;
- учитывать дидактические цели и принципы дидактики (наглядность, доступности и другие);
- учитывать сотворчество педагога и обучающегося;
- приоритет правил безопасности в использовании средств обучения.

Обозначим особенности технологии виртуальной и дополненной реальности и принципы работы с ними.

Принцип 1. Философский: Виртуальная реальность – это еще один вид реальности.

Этот принцип основан на определении понятия виртуальной реальности на философском уровне.

В философии понятие «виртуальной реальности» известно давно, например, в работах [31, 32] исследованы эти вопросы. Исследование виртуальной реальности, виртуальных событий имеют важное значение для практической и теоретической деятельности человека. Поэтому так важно их рассмотрение в контексте использования VR/ AR технологий в образовании. Виртуальные события могут значительно менять характер выполняемой деятельности: повысить или понизить ее эффективность, породить ошибки и более серьезные негативные последствия. Виртуальные события играют важную роль в тех сферах человеческой деятельности, где требуется мобилизация всех психических и физических качеств, например, в условиях чрезвычайных ситуаций. Отработка навыков действий в таких ситуациях специалистам помогает облегчить тяжесть ситуации. Изучение виртуальной реальности — это основание для выработки рекомендаций оптимального осуществления деятельности такого рода. Категория «виртуальная реальность» также обнаруживает свой эвристический характер в

исследовании иных проблем — коммуникации, ценностей и других. А школа – это одно из мест, где эти самые коммуникации осуществляются, ценности прививаются, а проблема ценностей обсуждается.

Междисциплинарное сотрудничество в области изучения виртуальной реальности рождает плодотворные идеи. Например, в работе немецких ученых [33] определены наиболее перспективные будущие направления для активизации сотрудничества между философским сообществом и исследованиями виртуальной реальности (VR), потенциально также включающими другие дисциплины, такие как когнитивная нейробиология или экспериментальная психология. Цель этого вклада состоит в том, чтобы по-новому взглянуть с точки зрения философа на некоторые конкретные области исследований в области виртуальной реальности, выделив и осветив аспекты, представляющие особый интерес с концептуальной и метатеоретической точки зрения.

Принцип 2. Психологические принципы:

- принцип присутствия;
- принцип отражения психикой;

Эффект присутствия (presence) является одним из сложных и многоаспектных свойств виртуальной реальности. Изначально термин «эффект присутствия» использовался в сфере журналистики и кинематографии. Однако в связи с развитием иммерсивных технологий и разработкой контента для виртуальной и дополненной реальности появились различные концепции в трактовке данного понятия. В исследованиях отмечается, что «растущие сложности в изучении присутствия, идентификация многих новых измерений присутствия привели к избытку сложных терминов (например, пространственный, социальный, опосредованный, виртуальный, иммерсивный, воспринимаемый, объективный, субъективный, окружающий, обратное, прямое, физическое и телесное присутствие)» [34].

Второй подход в решении проблемы виртуальной реальности связан с исследованием психологии человека, в рамках которой выделяется виртуальная реальность. Виртуальная реальность рассматривается в качестве одного из слоев человеческой психики, возникающего при соответствующих условиях. Виртуальная реальность есть отражение психикой процессов, происходящих в самой же психике, т.е. самообраз, который отражает в психике некоторые ее состояния. Исследование виртуальной реальности с

позиций психологии и педагогики проведено и в работе [36] где отмечается, что виртуальная реальность — это метод педагогики и психологии.

Принцип 3. Конструктивистский подход: реализация педагогических принципов: наглядность, опыт, индивидуализация, интерактивность.

Ряд исследователей отмечают, что именно иммерсивность среды, способствуя реализации одного из ведущих принципов дидактики - принципа наглядности обучения - в полном смысле определяет ключевую позицию в использовании иммерсивных технологий для обучения. В последние годы результаты исследований в области виртуального обучения (в производстве, медицине, искусстве и других областях) показывают, что демонстрационные возможности иммерсивных технологий почти не уступают настоящим аналогам в классе.

Разработка и использование дидактически правильно спроектированных учебных сред на основе виртуальной реальности (VR) поможет получить практический опыт работы, отработать навыки по специальности, как например, показано в работе швейцарских исследователей [37]. Изменения производственных процессов, вызванные четвертой промышленной революцией, повлияют на условия труда и обучения. Обучающие среды на основе виртуальной реальности обладают потенциалом для улучшения понимания сложного поведения машин, их строения, а также отработки профессиональных навыков работы со сложными устройствами. Учет целей обучения и текущего состояния знаний учащихся имеет важное значение для разработки эффективной среды обучения. В работе немецких ученых [38], например, показаны основные теоретические подходы дидактики и их применение в виртуальных учебных средах на примере обслуживания высоковольтного выключателя. Отражен опыт практического использования и обсуждены следующие шаги на пути к пользовательской среде обучения.

Исследователи отмечают значение и преимущества иммерсивного подхода в изучении абстрактных понятий, абстрактных процессов и явлений [39]. В работе ученых Селиванова В.В. и Селивановой Л.Н. [36] виртуальную реальность авторы отмечают как метод и средство обучения, и это вершина компьютеризированного обучения, которая «радикально преобразовывает принцип наглядности». Виртуальная реальность мотивирует обучающихся, а кроме того, захватывает и удерживает учеников, вероятно, потому, что взаимодействовать, создавать объекты и манипулировать ими в виртуальной среде увлекательно и сложно, но также и потому, что виртуальная реальность

повышает точность и позволяет визуализировать объекты и процессы, которые невозможно показать в реальной среде.

Более того, виртуальные технологии позволяют знакомиться с абстрактными идеями с помощью моделей, с которыми можно взаимодействовать, поэтому они облегчают получение учениками знаний, следуя конструктивистскому подходу, который разработал Уильям Винн (W.Winn). Именно конструктивистский подход способствует полноценному обучению, ориентированному на учащихся, учитывая, что обучаемые являются основными исполнителями при экспериментировании и практике с виртуальными объектами (Winn, 2002) [40].

Поэтому виртуальные технологии побуждают обучаемых быть активными учениками, потому что VR/AR способствуют принятию решений при взаимодействии с виртуальными средами, позволяя автономно исследовать, понимать сложные концепции, создавать новый опыт и учиться на практике. Кроме того, взаимодействие в режиме реального времени позволяет мгновенно визуализировать результаты, поэтому учащиеся могут принимать решения на основе этих результатов для достижения своих целей обучения, повышая эффективность обучения и когнитивные навыки как показано в работе американских исследователей А. Котранза (Kotranza), Д.С. Линда (Lind), Э.Райжа (Raij) и Б.Лока (Lok) [41]. Но также возможно совместное взаимодействие, поэтому виртуальные среды также способствуют взаимодействию и сотрудничеству между обучаемыми. Эти преимущества способствуют лучшему вовлечению учащихся за счет использования захватывающих впечатлений, уменьшения отвлекающих факторов и создания позитивного отношения, когда учащиеся имеют лучшую обратную связь для легкого достижения своих целей в обучении. Погружение – это именно одно из лучших преимуществ использования VR/AR, потому что оно обеспечивает опыт от первого лица.

Таким образом, виртуальные технологии позволяют применять конструктивистский подход к обучению. Обучаемые могут свободно взаимодействовать с виртуальными объектами и другими обучаемыми. В результате ученики могут исследовать, экспериментировать и получать обратную связь, в результате чего получают опыт, который улучшает их обучение.

Принцип 4. Технологичность: Ключевой фактор – обеспечение полного погружения.

Для погружения в виртуальную реальность необходимо специальное оборудование и программное обеспечение.

На сегодня оборудование подразделяется на три категории:

- смартфоны;
- специальные дисплеи, установленные на головах - шлемы (HMD);
- очки дополненной реальности.

Смартфоны имеют достаточно мощные процессоры и другие характеристики для визуализации VR/AR контента. Смартфоны есть почти у каждого ученика, поэтому их использование для визуализации VR/AR увеличит мотивацию учеников к учебе.

Максимальный эффект погружения ощущается в специальном шлеме (HMD). На сегодня самыми распространенными шлемами являются шлемы Oculus Quest, HTC Vive.

Дополненная реальность, в отличие от виртуальной, добавляет необходимые цифровые объекты. Другими словами, когда человек видит что-то в AR, он видит что-то виртуальное в реальном мире. Так, например, приложения в мобильном телефоне позволяют добавлять различные эффекты и надписи прямо во время видеозвонка. Видеоочки дополненной реальности — удобный форм-фактор для подобного гаджета. Прозрачные дисплеи позволяют видеть окружающий мир и спокойно передвигаться, не боясь неожиданно наткнуться на преграду. На сегодня популярны очки дополненной реальности Hololens Microsoft, Moverio Epson, META.

В начале 2021 года проходила известная международная выставка CES 2021, на которой было представлено новейшее оборудование виртуальной и дополненной реальности. Apple разрабатывает свои собственные очки AR и VR, а Facebook запустил Oculus Quest 2 и работает над шлемом Oculus Quest 3. Компания Vuzix, разработчик технологий дополненной реальности и носимых устройств, представила умные очки нового поколения - NGSG, которые будут иметь «практически неотличимый внешний вид от обычных очков». У очков есть проектор, умные очки будут оснащены микрофонами с шумоподавлением для телефонных звонков и интеграцией голоса/пользовательского интерфейса, акустическими камерами, полностью интегрированными в рамки для обеспечения четкого стереозвука, и интеграцией со смартфоном для улучшения работы в режиме громкой связи с использованием голосовых команд [42].

Кроме аппаратного обеспечения для использования технологий виртуальной и дополненной реальности необходимо программное обеспечение: программное обеспечение в виде контента VR/AR и программное обеспечение, необходимое для демонстрации указанного контента.

На сегодня популярны Виртуальные учебные среды (VLE), которые стараются использовать технологии виртуальной и дополненной реальности для улучшения исполняемых функций обучения. Виртуальная среда обучения (VLE) - это онлайн-платформа, используемая в образовательных целях. Он включает в себя все онлайн-среды, которые служат дополнением к курсу, будь то онлайн-курсы, ресурсы для чтения и информационные сайты с автономными оценками навыков или другие формы виртуального обучения. Лучшие VLE имеют индивидуальный подход. Это может быть реальный учитель/фасилитатор в комнате, синхронное онлайн-время с наставником, общение в режиме реального времени со сверстниками или погружение в курсы с использованием дополненной реальности или виртуальных классов.

Развитие технологий привели к изменению подходов к обучению для мотивации современного учащегося. Современные виртуальные учебные среды содержат:

- виртуальные научные лаборатории, где ученики могут проводить эксперименты или наблюдать явления;
- виртуальные гуманитарные среды, такие как музеи, археологические памятники или исторические периоды времени;
- виртуальные корпоративные учебные пространства, где сотрудники могут обучаться на новом оборудовании, посещать собрания и просматривать документы [39].

VR/AR контент необходим для того чтобы сделать VR/AR более привлекательным. Поэтому компании приступили к поиску способов облегчения обмена и создания контента VR/AR. В качестве примера можно привести Facebook360 [43] – это сообщество Facebook, цель которого - показать, как создавать интерактивные 3D-видео. Google запустила программное обеспечение для захвата движения лица без маркеров, создающее реалистичные выражения лиц в анимации виртуальных персонажей [44], такие платформы, как Immersive VR Education и Nearpod, позволяют учителям разрабатывать планы уроков с использованием технологий VR и AR [44].

Несмотря на развитие технологий и отдельные примеры использования VR/AR технологий в образовании, до сих пор нет четкого представления о том, как стабильно интегрировать эти технологии в учебный процесс. Концептуальное видение методики внедрения и применения VR/AR технологий в образовании - это следующий шаг в в данном направлении.

3. Методические рекомендации по использованию дополненной и виртуальной реальности в учебном процессе школы

Процесс использования дополненной и виртуальной реальности в учебном процессе независимо от типа используемой гарнитуры виртуальной реальности (или устройств для представления дополненной реальности такие, как смартфоны, планшеты) состоит из нескольких последовательных этапов:

- *технологический этап* подразумевает подготовку технического устройства к использованию и в большинстве включает следующие действия: настройка доступа VR гарнитуры или планшета к Интернету, настройка VR гарнитуры или планшета к локальной работе без доступа к Интернету, настройка интерфейсов для совместной или индивидуальной работе в классе, загрузка ресурсов для оффлайн работы, обеспечение доступа к онлайн ресурсам, настройка трансляции среды VR для общего просмотра в классе, запись на видео или фотоснимки процесса работы при погружении в VR и многие другие.
- *в организационном этапе* учитель объясняет, как пользоваться гарнитурой, распределяет обучающихся по рабочим зонам, так как для использования некоторых устройств требуется пространства с определенными расстояниями друг от друга или предметов в комнате, стены. Неотъемлемой частью организационного этапа является ознакомление обучающихся с техникой безопасности при работе с VR гарнитурой или другими дополнительными устройствами для погружения. Также рекомендуется обязательное предупреждение участников процесса обучения, в том числе и обучающихся о возможном влиянии VR на общее состояние организма, зрительные функции, физическое равновесие тела при погружении. Поэтому рекомендованное время погружения в VR не превышает 5-7 минут для детей школьного возраста.
- *обучающий этап использования VR/AR* определяется в соответствии с целями урока или обучающего процесса. Это может быть экспериментальная или демонстрационная часть урока, которая требует высокой визуализации или отдельные пространственные объекты, абстрактные понятия и явления сложные для восприятия. Следует отметить, что обучающие эффекты виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) могут существенно отличаться друг от друга. В частности, при применении дополненной реальности (360 видео, 3D модели) обучение происходит в виде просмотра и наблюдения с некоторыми ограничениями, тогда как погружение в виртуальную реальность позволяет взаимодействовать со средой обучения и ее объектами непосредственно.

3.1 Технологический этап: подготовка технического устройства к использованию

Технологические характеристики кейса ClassVR и подготовка к работе

ClassVR является разработкой от Avantis Systems (<https://www.avantiseducation.com/>), ведущей компании в области образовательных технологий, имеющей долгую историю создания инновационных технологических решений для образования. Технология ClassVR (<https://www.classvr.com/>) был концептуализирован в 2014 году и представлен на выставке Bett Show в Лондоне в январе 2017 года и стал одним из перспективных образовательных решений виртуальной реальности.

ClassVR представляет собой образовательный комплекс состоящий из аппаратного обеспечения в виде VR гарнитуры и программного обеспечения (или портал ClassVR для работы с виртуальной/дополненной реальностью). ClassVR предоставляются в комплекте по 4, 8 или 30* отдельных VR очков (шлемов), которые можно использовать для индивидуального или совместного обучения с управлением учителя (Таблица 2).

Таблица 2. Виды комплектации ClassVR

	Комплект из 4 гарнитур для 4 учащихся с контроллерами и кубами.
	Комплект из 8 гарнитур для обучения в виртуальной и дополненной реальности



Комплект из 30 гарнитур для класса.

В комплект из 30 гарнитур для класса входят 30 отдельных гарнитур с новой цельностальной тележкой, которая обеспечивает безопасность и надежность набора устройств в классе. В конструкции тележки предусмотрены специальные вырезы из пенопласта, модернизированные USB-концентраторы, вентиляция тележки, а также система ультрафиолетового освещения ClassVR, которая помогает очищать гарнитуру от бактерий и микроорганизмов между использованиями. Каждый ящик вмещает 10 гарнитур и имеет уникальную конструкцию с защитой от опрокидывания, позволяющую одновременно открывать только один ящик, что исключает опасность опрокидывания тележки. Простой единственный артикул для оснащения класса на 30 учеников.

Технические характеристики каждого комплекта могут отличаться по внешней характеристике, например, по количеству входящего в комплект VR гарнитур или по весу кейса для транспортировки, а также по объему оперативной/встроенной памяти и управлению VR гарнитурой. Например, VR гарнитуры комплекта из 8 очков также управляется с помощью жестов, например, с наклоном головы в разные стороны или виртуальный «курсор» управляется движениями глаз (Таблица 3).

Таблица 3. Технические характеристики ClassVR комплектов из 4 и 8 гарнитур

Наименование характеристики	ClassVR 4	ClassVR 8
Характеристики портала ClassVR		
Виды контента	360° изображения, 360° видео, 3D модели, трёхмерные сцены	360° изображения, 360° видео, 3D модели, трёхмерные сцены
Количество единиц контента	Более 900 наименований	Более 900 наименований
Тематика контента	МХК, биология, химия, этнография, информатика, технология, драматическое искусство, иностранные языки, география, история, математика, музыка, философия, физическая культура, физика, ОБЖ, религия, наука, обществознание, праздники	МХК, биология, химия, этнография, информатика, технология, драматическое искусство, иностранные языки, география, история, математика, музыка, философия, физическая культура, физика, ОБЖ, религия, наука, обществознание, праздники
Сценарии уроков с виртуальной и дополненной реальностью	86	86
Интеграция внешних сервисов	ThingLink, CoSpaces, Avanti`s World, VRoom	ThingLink, CoSpaces
Характеристики VR гарнитуры ClassVR		

Линзы	Асферические комбинированные линзы	Асферические комбинированные линзы
Встроенные датчики	Акселерометр, 9-ти осевой гироскоп, электронный компас, датчики приближения и освещённости	Акселерометр, 9-ти осевой гироскоп, электронный компас, датчики приближения и освещённости
Разрешение встроенной камеры	13 МП	13 МП
Операционная система	Android	Android
Процессор	Qualcomm Snapdragon™ XR1	Qualcomm Snapdragon SXR1130 CPU
Дисплей	5,5" 2560x1440 UHD	5,5" 2560x1440 UHD
Угол обзора	100°	100°
Графика	Adreno 616 GPU @ 780Mhz	Adreno 616 GPU @ 780Mhz
Оперативная память	3 Гб	4 Гб
Встроенная память	32 Гб	64 Гб
Аудио	Встроенные стереодинамики и микрофон	Встроенные стереодинамики и микрофон
Подключение	Wi-Fi 802,11 a/b/g/n двухдиапазонный 2.4/5 Ghz; Bluetooth 4.0	Wi-Fi 802,11 a/b/g/n двухдиапазонный 2.4/5 Ghz; Bluetooth 4.0

Интерфейсы	3,5 мм стерео аудиовыход, порт USB-C	3,5 мм стерео аудиовыход, порт USB-C
Управление	Кнопки на корпусе, USB-контроллер или портал преподавателя	Жесты и кнопки на корпусе, или портал преподавателя
Взаимодействие с контентом	Контроллер, куб смешанной реальности	Контроллер, куб смешанной реальности
Ёмкость аккумулятора	4000 мАЧ	3 800 мАЧ
Масса	385 г	385 г
Характеристики кейса-чемодана для транспортировки и хранения ClassVR		
Встроенные колеса для транспортировки	Кейс-чемодан без колес	2 колесный кейс-чемодан
Система охлаждения	Перфорация корпуса и встроенный вентилятор	Перфорация корпуса и встроенный вентилятор
Габариты	420 x 210 x 340 мм	590 x 420 x 330 мм
Вес	6 кг	14 кг

Подготовка Class VR к работе

Настройка гарнитур кейса Class VR состоит из двух последовательных этапов. На первом этапе выполняется настройка вашего учительского портала на официальном сайте. Переход на официальный сайт ClassVR <https://www.classvr.com/>. На сайте также представлен инструкция по настройке портала и гарнитуры ClassVR. Настройка включает следующие действия пользователя - Администратора портала:

- настроить портал ClassVR для своей школы (Рисунок 14);
- приглашение учителей как отдельных пользователей – Редакторов (Рисунок 15);
- настроить групп и классов;
- предоставить важные требования к конфигурации сети, брандмауэра и порта.

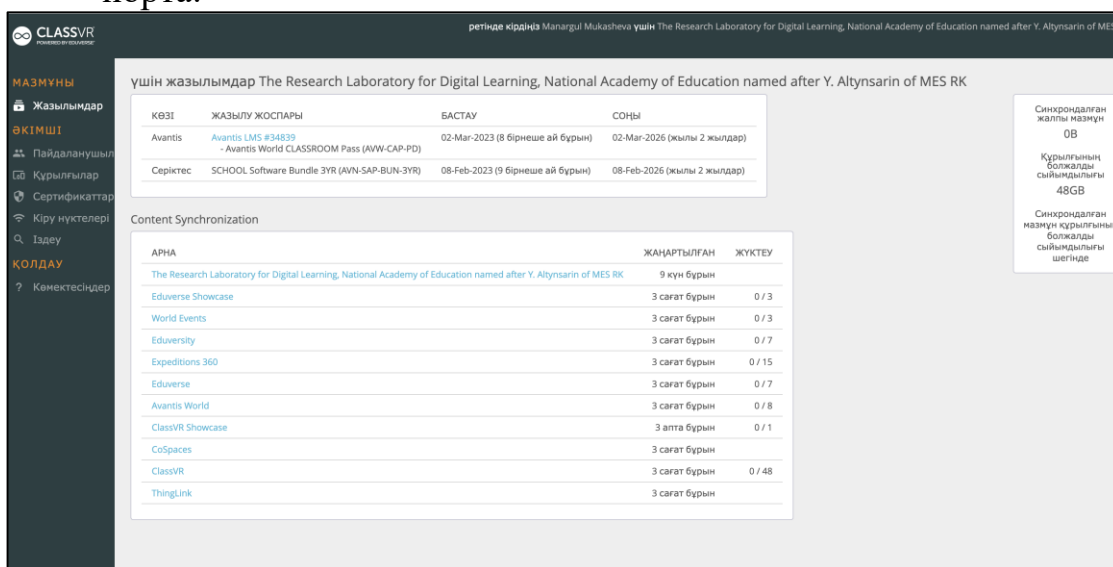


Рисунок 14. Настройка учительского портала ClassVR

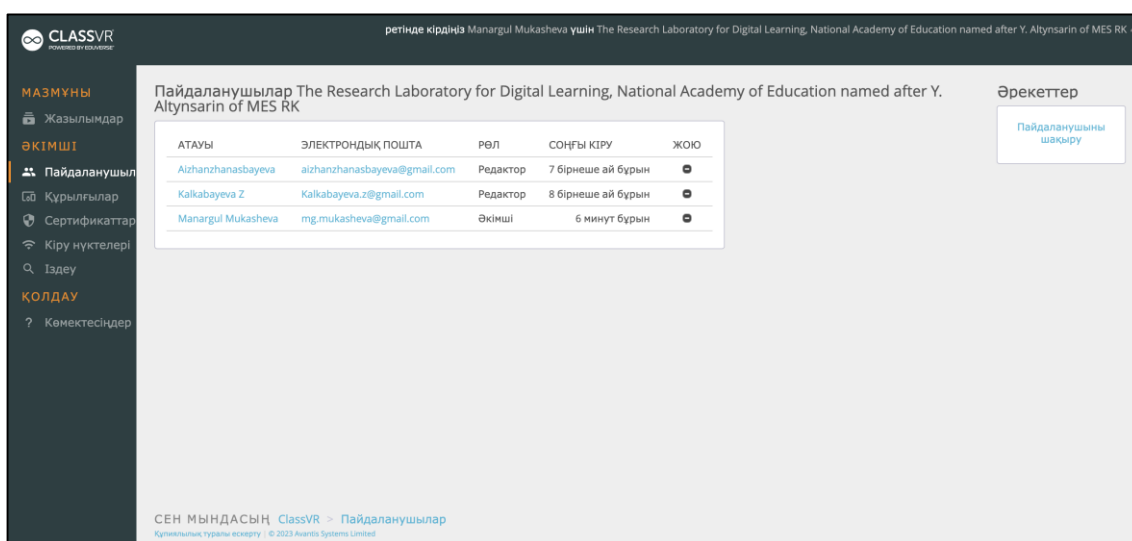


Рисунок 15. Приглашение учителей как отдельных пользователей – Редакторов

На следующем этапе подготовки каждая гарнитура кейса регистрируется в портале учителя следующим образом:

- настроить каждую гарнитуру с учетом данных Wi-Fi сети школы;
- зарегистрировать каждую гарнитуру на учительском портале ClassVR (Рисунок 16);
- загрузить уроки AR/VR по умолчанию для каждой гарнитуры, чтобы начать индивидуальную или совместную работу (Рисунок 17);
- переименовать каждую гарнитуру для удобства

Скриншот интерфейса портала ClassVR. В центре экрана отображается таблица с данными о зарегистрированных гарнитурах. Слева находится меню с категориями: МАЗМУНЫ, Жазылымдар, ӘКІМШІ, Пайдаланушылар, Құрылғылар, Сертификаттар, Кіру нүктелері, ҚОЛДАУ, Көмектесіндер. Справа — панель «Әрекеттер» с настройками для каждой гарнитуры.

АТАУЫ	СЕРИАЛЫҚ	ТЕГІН ЖАД (ГБ)	ЗАРЯДТАУ ДЕНГЕЙІ	БАТАРЕЯ °C	БЛЮТУЗ	СОҢҒЫ КІРУ	СИНХРОНДАУ КЕЗІНДЕ?	
1	▲ 257VRZJUI	47.81	51%	31.0	Жоқ	5 бірнеше ай бұрын	✓	<input type="checkbox"/>
2	257VRZTJX	49.02	52%	25.0	Жоқ	10 күн бұрын	✓	<input type="checkbox"/>
3	257VRZT37V	47.65	58%	24.0	Жоқ	10 күн бұрын	✓	<input type="checkbox"/>
4	▲ 257VRW8EJ	48.11	56%	42.0	Жоқ	7 бірнеше ай бұрын	✓	<input type="checkbox"/>
5	▲ 257VRWFV18	48.81	91%	31.0	Жоқ	7 бірнеше ай бұрын	✓	<input type="checkbox"/>
6	▲ 257VRZYQ5	48.38	92%	30.0	Жоқ	7 бірнеше ай бұрын	✓	<input type="checkbox"/>
7	▲ 257VRZOL91	48.13	83%	28.0	Жоқ	5 бірнеше ай бұрын	✓	<input type="checkbox"/>
8	▲ 257VRZT33U	49.69	56%	38.0	Жоқ	7 бірнеше ай бұрын	✓	<input type="checkbox"/>

Рисунок 16. Регистрация каждой гарнитуры на учительском портале ClassVR

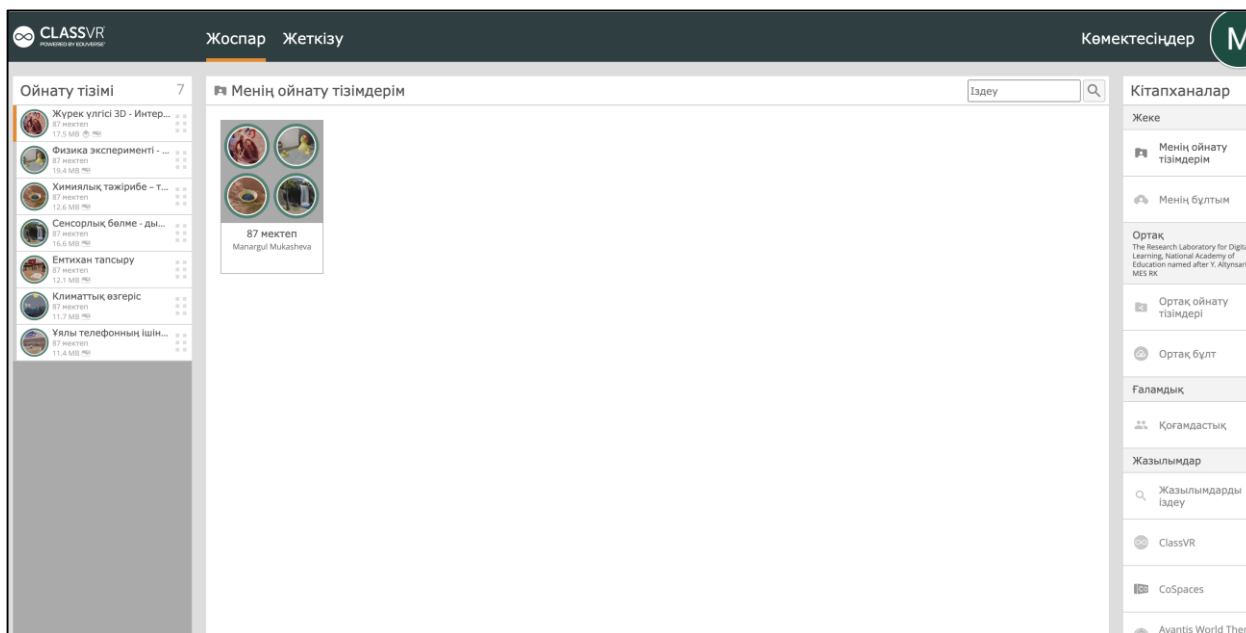


Рисунок 17. Загрузка уроков AR/VR для гарнитуры ClassVR

Технологические характеристики гарнитуры Meta Quest 2 (Oculus Quest2) и HTC Vive Pro

В октябре 2021 года Facebook, являющейся материнской компанией для платформы Facebook, сервисов WhatsApp и Instagram переименовала себя в Meta, сигнализируя о своей приверженности к созданию метавселенной. Наряду с этими изменениями преобразованию подвергся и Oculus, подразделение Facebook по виртуальной реальности, в частности Oculus Quest 2 одна из наиболее доступных гарнитур с автономным управлением также была переименована в Meta Quest 2.

Предшественником Meta Quest 2 (Oculus Quest2) является Oculus Rift, разработанный на платформе Kickstarter, являющейся одной из крупнейших компаний, которая финансирует творческие проекты. Позже этот проект был перекуплен компанией Facebook. Главными составляющими аппаратной части шлема виртуальной реальности Oculus Rift являются: очки виртуальной реальности, датчик, регистрирующий движения тела и наушники с обзором 360°. Для работы с Oculus Rift необходим высокоскоростной компьютер с хорошей видеокартой. Oculus Rift не имеет внешних датчиков и содержит инфракрасный датчик внутри очков, поэтому не может фиксировать движения внутри виртуальной зоны. Основным недостатком Oculus Rift является ограниченность движений пользователя в пространстве из-за ограничения кабеля, соединяющего шлем с компьютером.

Meta Quest 2 (Oculus Quest2) может работать автономно, в течение 2-3 часов на одной зарядке. Графика качественнее, чем на Oculus Rift, но угол обзора уменьшился и составляет 90°. Система позволяет подключить шлем к компьютеру через кабель USB-C. В таком случае можно играть в более качественные игры и подключать SteamVR. В Meta Quest 2 имеется система отслеживания движений Oculus Insight, которая состоит из пяти встроенных камер, встроенных динамиков, а также два контроллера Oculus Touch. Система отслеживания движений Oculus Insight передает движения пользователя в приложение виртуальной реальности без использования внешних датчиков, независимо от того, куда он смотрит. Два контроллера Oculus Touch обеспечивают реалистичную и точную передачу движений рук в приложениях виртуальной реальности. На Рисунке 18 показан комплект Meta Quest 2, который состоит из шлема, двух контроллеров Touch со вставленными батарейками AA, провода USB-C и адаптера питания, разделителя для очков.



Рисунок 18. Гарнитура виртуальной реальности Meta Quest 2

Гарнитура виртуальной реальности VIVE Pro 2 является разработкой компании HTC Corporation оснащенные двумя базовыми станциями которые передают оптические сигналы на шлем и контроллеры (Рисунок 19).



Рисунок 19. Гарнитура виртуальной реальности VIVE Pro 2

В гарнитуре виртуальной реальности HTC VIVE Pro 2 достигается высокий уровень погружения. Это достигается благодаря высоким графическим разрешениям для таких характеристик, как разрешение экранов, угол обзора и частота обновления кадров на экране (Таблица 4), а также датчиками которые расположены в базовых станциях, которые прикреплены на стенах комнаты, которые создают виртуальное пространство, где пользователь может свободно передвигаться.

Таблица 4 – Сравнительные характеристики VR-гарнитур HTC VIVE Pro 2 и Meta Quest 2

Характеристики	HTC VIVE Pro 2	Meta Quest 2
Размеры шлема	45 × 36 × 26 см	17 × 26 × 29 см
Вес шлема	520 г	503 г
Общий вес гарнитуры	4,7 кг	2,5 кг
Разрешение экранов	2880 x 1600 пиксел	1832 x 1920 пиксел
Угол обзора	110	90
Частота обновления кадров на экране	90 Hz	72 Hz
Производитель	HTC Corporation	Oculus (Facebook)
Совместимые контроллеры для трекинга	В комплекте	В комплекте
Оперативная память	4 Гб	6 Гб
Требования к помещению	При перемещении с использованием четырёх базовых станций требуется	Трекинг стоя или сидя зависит от размера помещения. При

	<p>физическое пространство с размером не менее 10 м x 10 м, для трекинга с двумя базовыми станциями требуется площадь не менее 5 м x 5 м. При использовании на месте стоя или сидя без перемещения требования отсутствуют (Рисунок 20)</p>	<p>включении гарнитуры автоматически происходит обследование помещения, окружающей обстановки (столы, шкафы) и рекомендуются размеры рабочего пространства для трекинга (Рисунок 21)</p>
--	--	--

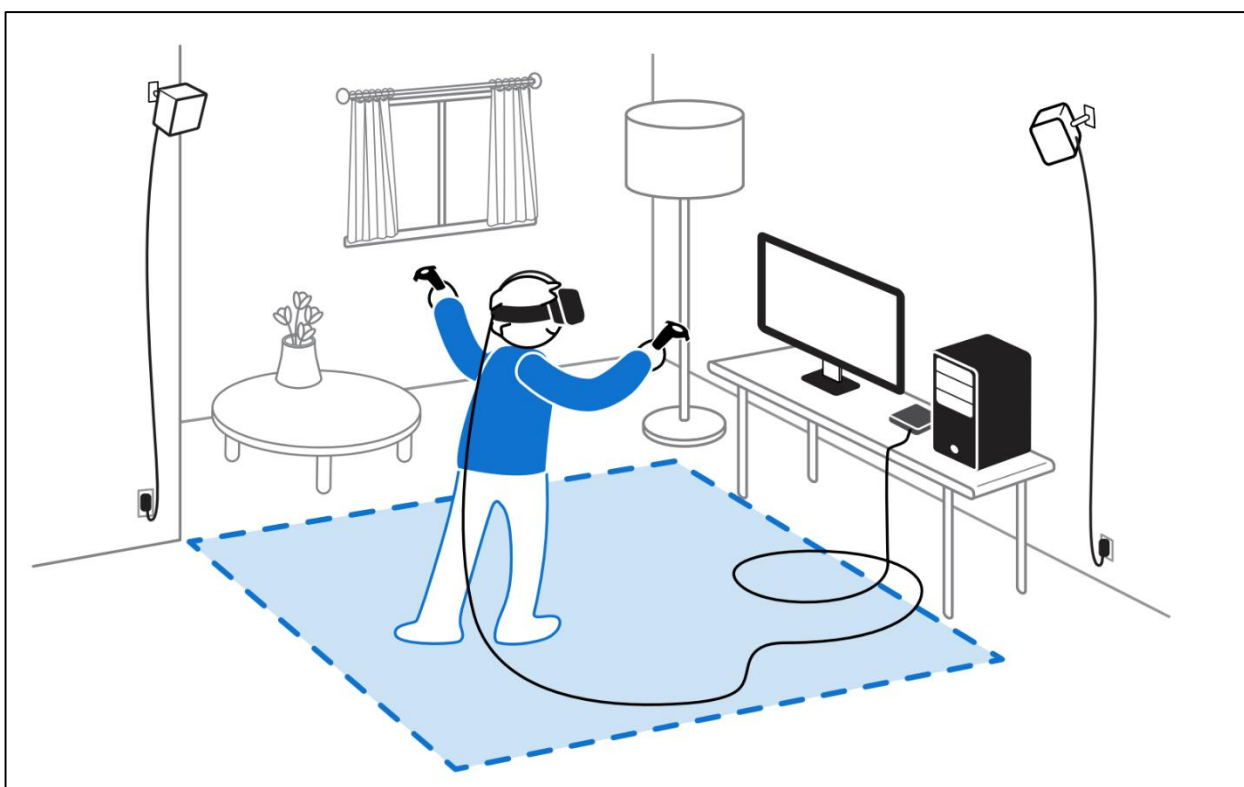


Рисунок 20. Подготовка рабочего пространства для гарнитуры HTC VIVE Pro

3.2 Организационный этап использования дополненной и виртуальной реальности в школе

Активно развивающиеся экспериментальные исследования в области образовательной AR/VR показывают, что при правильном внедрении, дополненная и виртуальная реальности оказывают существенные влияния на повышение качества обучения и способствуют улучшению результатов обучения во многих показателях. Однако, сложнее всего обеспечить правильную реализацию программы обучения с использованием AR/VR,

чтобы она приносила учащимся постоянную пользу в течение всего процесса обучения.

К настоящему времени несмотря на то, что иммерсивное обучение уже появилось, исследования вопросов безопасного использования AR/VR для обучения и разработка соответствующих рекомендаций все еще находятся в стадии становления. Кроме того, большинство AR/VR-решений не предназначены для образовательного рынка, поэтому, хотя они и могут дать действительно отличный опыт, их сложно интегрировать в учебную программу. Без четкого и простого способа интегрировать их в классное обучение и регулярные уроки существует высокий риск, что ими не будут часто пользоваться.

Организации среднего образования Казахстана в соответствии с «Нормами оснащения оборудованием и мебелью организаций дошкольного, среднего образования, а также специальных организаций образования» могут быть оснащены гарнитурами виртуальной реальности (очки виртуальной реальности) и соответствующими программными обеспечениями [45]. Однако специально разработанных требований или санитарных норм по использованию AR/VR в обучении отсутствуют, поэтому при применении этих устройств рекомендуется соблюдать требования Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к объектам образования" касающихся непрерывной длительности занятий в школах непосредственно с видеотерминалом, персональным компьютером, планшетным персональным компьютером и ноутбуками в течение учебного часа [46], и инструкции Производителей оборудования. Относительно длительности погружения в виртуальную реальность, по результатам исследований лаборатории виртуального человеческого взаимодействия Стэнфордского университета (Virtual Human Interaction Lab (VHIL), Stanford University) погружение от пяти до десяти минут часто бывает достаточно, так как большинство VR симуляций эмоционально интенсивные и психологически убедительные [47]

При использовании AR/VR для обучения учителя должны учитывать, как дети на разных этапах развития могут реагировать на содержание, способы взаимодействия между учениками и компьютерными персонажами в виртуальной среде, а также возможности технологии AR/VR. Невозможно предсказать, может ли у ребенка возникнуть киберукачивание (разновидность укачивания), поэтому учителя должны научить учеников определять симптомы для раннего отказа от занятий в виртуальной среде, особенно при использовании AR/VR.

Конфиденциальность студентов должна учитываться не только при создании учетных записей VR, но и в связи с возможностью сбора биометрических данных производителями оборудования и программного обеспечения VR. Биометрические данные — это автоматизированное распознавание и сбор поддающихся измерению данных о биологических и

поведенческих характеристиках человека, например распознавание лица или отслеживание взгляда. В настоящее время сложно определить, собираются ли биометрические данные и в каком виде. Интеграция биометрических данных в иммерсивные технологии создает проблемы, связанные с согласием и конфиденциальностью. Это становится предметом растущей озабоченности потребителей, законодателей и правозащитников.

Таким образом, наиболее важными вопросами при работе с технологиями виртуальной и дополненной реальности являются:

- соблюдение возрастных ограничений. VR-гарнитуры могут быть предназначены для детей разного возраста, например, ClassVR можно использовать для обучения детей с 3-4 лет (<https://www.classvr.com/case-studies/early-years-early-communication-student-age-3-4/>), а некоторые гарнитуры предназначены для детей от 13 лет и выше;
- здоровьесберегающие требования, касаются общего физического и психоэмоционального состояния обучающегося, так как при первом погружении могут возникнуть головокружение, тошнота, укачивание и общий дискомфорт. Иммерсивные технологии также используются для обучения детей с особыми образовательными потребностями с учетом их особенностей и имеют широкие перспективы;
- качество образовательных AR/VR контентов оказывает непосредственное влияние на процесс обучения. Однако на сегодня рынок AR/VR контентов, в том числе и казахстанский только формируется. При этом существуют множество доступных инструментов для создания AR/VR контентов такие, как CoSpace, Warwin и другие. Эти инструменты предназначены не только для учителей, но для учащихся и они могут реализовать свои сценарии AR/VR. Поскольку основные производители VR-гарнитур пока ориентированы на игровой рынок, как только учащиеся надевает гарнитуру, они могут столкнуться с контентом, совершенно не подходящим для школы, поэтому перед началом урока нужно проверить загрузку и запуск контентов в VR гарнитурах.
- соблюдение санитарных норм подразумевает, что совместное использование VR-гарнитуры может способствовать распространению вирусов, бактерий или даже паразитов, поэтому следует принимать дополнительные меры предосторожности, чтобы обеспечить дезинфекцию устройств между использованиями. Пенопластовая подкладка в большинстве гарнитур пористая, и ее трудно чистить, но вы можете приобрести непористые чехлы и защитные маски для лица для использования в местах общего пользования;
- вопросы информационной безопасности и конфиденциальности данных. Перед использованием любых новых технологий в школах также важно

учитывать защиту данных учащихся. Большинство VR-гарнитур разработаны технологическими гигантами, которые в значительной степени полагаются на пользовательские данные для отслеживания и рекламных целей, поэтому политика конфиденциальности данных школ и обучающихся также должно быть на высоком уровне.

Производители оборудования виртуальной или дополненной реальности выпускают онлайн-инструкции по охране здоровья и безопасности с возрастными ограничениями на использование. Перед использованием AR/VR гарнитуры следует ознакомиться с инструкциями Производителя. Кроме того, учителя также должны учитывать физическое (двигательное и перцептивное), когнитивное, языковое, эмоциональное (аффективное), социальное и моральное развитие учащихся, прежде чем использовать AR/VR в классе, поскольку AR/VR может вызвать сильную реакцию у детей, которые не могут когнитивно регулировать этот опыт, а для самые маленькие могут поверить, что виртуальный опыт был реальным.

3.3 Обучающий этап: использование виртуальной и дополненной реальности для обучения

Методические особенности использования AR/VR

Существующие результаты теории и практики образовательной иммерсии подтверждают, что наиболее важные и глобальные изменения внесут в обучение следующие возможности виртуальной реальности [48]:

- получение несимволического (non-symbolic) опыта от первого лица, (а также предоставление учебных материалов и ситуаций, реализация которых невозможна или сложно реализуема в реальной действительности. Например, изучение процесса закисления океана или изучение иероглифов из гробницы на плато Гиза [49-51].

- обеспечение благоприятных условий для свободного и непринужденного обучения. Например, использование концепции аватаров, способствующей снижению психологического напряжения, социального барьера или возможность реализовать семь принципов конструктивного обучения.

- геймификация обучения, которая способствует реализации вовлеченного и захватывающего обучения, нежели чем традиционное обучение. При этом в исследованиях отмечаются необходимость и полезность дальнейшего изучения этой возможности с использованием 3D-иммерсивных игр в виртуальных мирах с аватарами и детализированным окружением.

- содействие изучению иностранного языка и снижению языкового барьера, так как приложения виртуальной реальности позволяют учащимся взаимодействовать с окружающей их средой в различном формате (автономно, с командой, с учителем или без учителя) и имеют различные

языковые настройки. Также предполагается, что учащиеся, не являющиеся носителями языка разработки, не прилагая особых усилий на понимание языка, могут полностью сосредоточиться на реальности, где они находятся и извлечь максимальную пользу из этих занятий.

Следовательно, эти и другие возможности виртуальной реальности как альтернативной учебной среды традиционному классному обучению могут инициировать повышение мотивации и интереса к учебе, вовлеченности в процесс приобретения новых знаний, привлекательности научного и STEM-образования, тем самым улучшив результаты обучения.

Однако, ряд исследований также подтверждает, что использование VR в обучении не приводит к улучшению результатов обучения, поскольку перцептивный реализм, присущий AR/VR, отвлекает, вызывая чрезмерные эмоции и увеличивая когнитивную нагрузку за счет обработки посторонней информации, не имеющей отношения к цели обучения [52,53]. Результаты этих исследований объясняются эффектом новизны, поскольку виртуальная реальность является новой и массово непривычной технологией для многих студентов, им не хватает привычности и автоматизма управления VR-средой, которые приходят с практикой и опытом.

Когда речь идет о виртуальной/дополненной реальности в образовании, необходимо проводить четкую границу между обучением в среде виртуальной/дополненной реальности и обучению созданию виртуальной/дополненной реальности. В первом случае VR не является самоцелью, это лишь дополнительное средство при обучении предмету, такое же, как учебник, интерактивная доска, мобильное приложение в полном смысле как альтернатива классному кабинету (classroom). Во втором случае дети приобретают новый навык работы с технологией: учатся 3D-моделированию, программированию, системному администрированию, дизайну пользовательского интерфейса и т. д. и используют такие платформы, как Warwin, GoSpace, Vuforia, Unity, Unreal Engine и др.

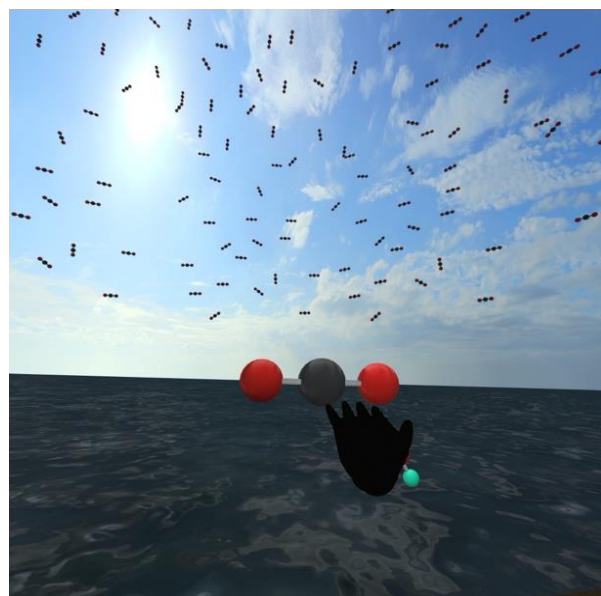
В этом плане предложенные исследователями и практиками из разных стран модели использования дополненной и виртуальной реальности в обучении выделяют следующие контексты [1, 18, 47, 54,55, 56, 57]:

- изучение дополненной и виртуальной реальности как новое содержание (знание) или учебный предмет в рамках учебной /образовательной программы по информатике;
- использование дополненной и виртуальной реальности во внеурочной работе, например, для проведения исследований;
- использование дополненной и виртуальной реальности как дополнительный компонент при изучении других дисциплин, например, как лечебный инструмент в медицине, оптические эффекты при изучении физики и многие другие;

– использование дополненной и виртуальной реальности, как техническое средство обучения.

Использование дополненной и виртуальной реальности в обучении с учетом этих контекстов имеет определенные образовательные цели и задачи, тем не менее иммерсивные технологии от других цифровых образовательных технологий отличаются тремя основными свойствами, характерных для искусственной среды, симулирующей окружающей мир, физическую реальность. К этим свойствам относятся *иммерсивность, эффект присутствия и интерактивность*.

В психолого-педагогической литературе иммерсивность определяется как свойства аппаратно-технологического компонента среды, обеспечивающие погружение человека в психологическое состояние, где он чувствует себя включенным и взаимодействующим с некоторой средой [58, 59]. Человек, манипулируя содержанием этой виртуальной среды, получает поток информации, прочные знания и практический опыт, который не сможет приобрести в реальной жизни. Например, VR разработка ученых Стэнфордского Вудского института окружающей среды позволяет человеку



изучить процесс закисления океана (ocean acidification) и наглядно демонстрирует иммерсивность виртуальной реальности [49]. Исследователь, включенный в иммерсивную среду, может наблюдать, как океан поглощает углекислый газ, выбрасываемый в атмосферу автомобилями, и проводить собственные исследования, проверяя как разрушается глубина океана (Рисунок 22).

Рисунок 22. VR-кадры поглощения океаном углекислого газа (эффект погружения)

Гарнитура современной VR-системы, состоящая из шлема или VR-очков, трекпадов, тактильных костюмов и других дополнительных

аксессуаров, обеспечивает достаточно высокий уровень иммерсивности в виртуальных системах. Практики отмечают, что именно иммерсивность среды, способствуя реализации одного из ведущих принципов дидактики - принципа наглядности обучения - в полном смысле определяет ключевую позицию в использовании иммерсивных технологий для обучения. В последние годы результаты исследований в области виртуального обучения (в производстве, медицине, искусстве и других областях) показывают, что демонстрационные возможности иммерсивных технологий почти не уступают настоящим аналогам в классе. Исследователи отмечают значение и преимущества иммерсивного подхода в изучении абстрактных понятий, абстрактных процессов и явлений [60].

Эффект присутствия (presence) является одним из сложных и многоаспектных свойств виртуальной реальности. Изначально термин «эффект присутствия» использовался в сфере журналистики и кинематографии. Однако в связи с развитием иммерсивных технологий и разработкой контентов для виртуальной и дополненной реальности появились различные концепции в трактовке данного понятия.

В исследованиях отмечается, что растущие сложности в изучении присутствия, идентификация многих новых измерений присутствия привели к избытку сложных терминов (например, пространственный, социальный, опосредованный, виртуальный, иммерсивный, воспринимаемый, объективный, субъективный, окружающий, обратное, прямое, физическое и телесное присутствие. Авторы считают, что эффект присутствия заключается в том, что человек испытывает иллюзию присутствия в другой реальности (например, в виртуальной или дополненной) с какими-то предметами, процессами, явлениями и субъектами. Эти предметы, эта окружающая среда вызывают в сознании человека такое впечатление, будто он находится там, в мире, созданном с помощью цифровых технологий.

Например, рассматриваемый нами выше VR-контент, разработанный учеными Стэнфордского Вудского института окружающей среды, может демонстрировать следующий эффект присутствия. Человек, взаимодействуя с VR-системой (шлем, трекпады, интерфейсная навигация), опускается на дно океана. Содержание образовательного контента и аппаратная гарнитура VR-системы позволяют человеку максимально погружаться в виртуальную реальность, вплоть до того, что человек чувствует руками вибрацию воздуха, поднимающегося из глубины океана наверх (Рисунок 23). Чтобы усилить эффект присутствия можно использовать прохладный воздух, дополнительно открыв окно или включив кондиционер.

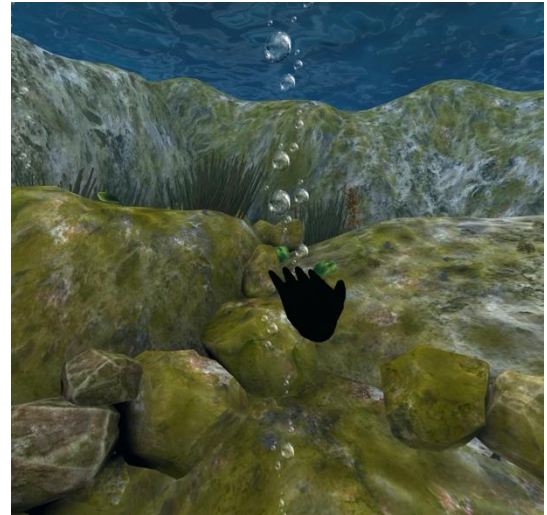


Рисунок 23 – VR-кадры проведения опыта в глубине океана (эффект присутствия)

По мнению российского ученого Сергеева С.Ф., эффект присутствия проявляется во всех доступных человеку средах (например, просмотр фильмов, чтение художественной литературы, компьютерные игры и др.). При этом понятие «среда» охватывает как внешние физические среды, включая моделируемые среды, которые оказывают возбуждающее воздействие на перцептивные системы человека, так и внутренние миры, ассимилирующие различные аспекты субъективного опыта самого человека. Таким образом, автор предполагает, что «присутствие возникает при погружении человека в любую среду в процессе функционирования его сознания, создающего некоторую осознаваемую субъектом модель действительности». При этом основным фактором, необходимым для возникновения эффекта присутствия в условно осознаваемой актуальной среде, считается наличие сознания, в том числе измененного [58].

Под интерактивностью иммерсивной среды подразумевается взаимодействие обучающегося в плане управления средой, то есть человек (или обучаемый) может изменить действующую сцену (процесс) или создавать новые объекты, новые действия в режиме реального времени. В технологическом аспекте интерактивность взаимосвязана с интерфейсом (или навигацией) среды, а в психолого-педагогическом – это участие человека в уверенном управлении виртуальной средой. Также существуют и различные подходы к определению термина «интерактивность» иммерсивной среды.

Исследователи, изучающие вопросы иммерсивности и интерактивности в области виртуализации театрального и музейного искусства, считают, что интерактивность обозначает способность объекта (телепрограммы, кинофильма, интернет-ресурса и др.) взаимодействовать с реципиентом (recipiens — «получающий») или зрителем, откликаться на активность зрителя и видеоизменяться в зависимости от каких-либо действий воспринимающего

информацию зрителя. В этом контексте, считают исследователи, интерактивность является одним из возможных условий существования произведения медиа, которое осуществляется в том числе во взаимодействии со зрителем – в диалоге с ним. Достаточно высокую степень интерактивности обучения в иммерсивной среде показали виртуальные занятия студентов-антропологов из Гарвардского университета (США) и Чжэцзянского университета (КНР) по изучению символов-иероглифов одной из гробницы на плато Гиза. Виртуальная среда Rumii, разработанная компанией Doghead Simulations, позволила студентам проводить совместные исследовательские эксперименты в режиме реального времени. Используя Oculus Go VR гарнитуру, студенты могли перемещать 3D-модели гробниц, обходить иероглифы на гробницах, которые они будут изучать, при этом обсуждая возникшие в ходе исследования вопросы в режиме реального времени (Рисунок 24).

Позже Мат Чакон, генеральный директор компании-разработчика виртуальной образовательной платформы Rumii, написал: «...я потерял дар речи, когда лично стал свидетелем того, как американские инструкторы загружают несколько трехмерных сред и объектов плато Гиза внутри Rumii, а китайские студенты немедленно собираются вокруг иероглифов и обсуждают их значение и важность со своими американскими коллегами, как будто они все находились в гробницах и залах одновременно в одно и то же время...». Именно это интерактивное иммерсивное взаимодействие в виртуальной платформе Rumii сделало их настоящую совместную поездку в Египет намного более ценной и полезной, считает Мат Чакон [61, 62].



Рисунок 24. Занятие в виртуальной образовательной платформе Rumii

Таким образом, рассматриваемые выше понятия «иммерсивность», «присутствие» и «интерактивность» могут быть психолого-педагогической основой использования иммерсивных технологий в образовании. Виртуальная и дополненная реальность как альтернативный метод обучения предоставляют учащимся новые возможности для эмпирического обучения.

Наиболее значимым преимуществом использования иммерсивных технологий в образовательном процессе является то, что обучающиеся оказываются в условиях, максимально приближенных к реальным. Тем не менее, слабое представление влияния виртуальной реальности на развитие цифрового общества и образования, недостаточное изучение возможностей иммерсивных технологий для образования, отсутствие проверенных и устоявшихся методик иммерсивного обучения вызывают ряд проблем и опасений в вопросе использования виртуальной и дополненной реальности для обучения в организациях образования, в том числе в средней школе. Эти проблемы касаются здоровья и безопасности, психоэмоционального и социального благополучия обучающихся, надежности качества освоения знаний и практических навыков, а также многочисленных открытых вопросов о готовности школы и педагогов к использованию иммерсивных технологий для обучения.

Пример урока с использованием дополненной и виртуальной реальности

1 часть. Нормативное обеспечение урока:

Типовая учебная программа по предмету "Информатика" для 10-11 классов общественно-гуманитарного направления уровня общего среднего образования по обновленному содержанию. Приложение 2 к приказу Министра образования и науки Республики Казахстан от 17 октября 2018 года № 576, Приложение 70 к приказу Министра образования и науки Республики Казахстан от 3 апреля 2013 года № 115
<https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1800017757>

... ..
 6. Базовое содержание учебного предмета "Информатика" включает следующие разделы:

... ..
 2) "Создание и преобразование информационных объектов"
 3D – моделирование: виртуальная и дополненная реальности; их влияние на здоровье человека; создание 3D-панорамы (виртуального тура) с видом от первого лица.

... ..
 Глава 3. Система целей обучения

2) Создание и преобразование информационных объектов		
Подраздел	10 класс	11 класс

4. 3D - моделирование		11.2.4.1 объяснять назначение виртуальной и дополненной реальностей; 11.2.4.2 рассуждать о влиянии виртуальной и дополненной реальности на психическое и физическое здоровье человека; 11.2.4.3 создавать 3D-панораму (виртуальный тур) с видом от первого лица
-----------------------	--	---

2 часть. План-конспект урока «3D – моделирование. Дополненная и виртуальная реальности»

Цели урока:

теоретические:

- 11.2.4.1 объяснять назначение виртуальной и дополненной реальностей;
- 11.2.4.2 рассуждать о влиянии виртуальной и дополненной реальности на психическое и физическое здоровье человека;

практические:

- установка и тестирование приложения дополненной и виртуальной реальности.
- 11.2.4.3 создавать 3D-панораму (виртуальный тур) с видом от первого лица

Аппаратно-программные и цифровые ресурсы для проведения урока:

(учитель может выбрать ресурсы с учетом возможности конкретной школы: устройства AR/VR, цифровые контенты, подписки на облачные сервисы и другие)

- Платформы по разработке приложений и игр для дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR), предоставляющая расширенные услуги AR и VR
- Компьютер/ноутбук, планшет/смартфон;

Вид урока: комбинированный

Ход урока:

Теоретические материалы:

CoSpaces Edu - веб-приложение смешанной реальности (VR и AR), которое позволяет пользователям создавать интерактивный мультимедийный контент и взаимодействовать с ним. Это позволяет учащимся демонстрировать свои знания новыми способами, создавая виртуальные интерактивные миры. Преподаватели могут использовать его, чтобы создать базовую сцену с парой объектов и дать учащимся соответствующие их уровню инструкции о том, что добавить или изменить на целевом языке. Легко настроить группы, чтобы учащиеся могли совместно создавать сцену, разрабатывать свою

собственную историю или симуляцию и продемонстрировать свое понимание концепции. Веб-приложение CoSpaces Edu работает в самых последних версиях Google Chrome или Mozilla Firefox на любом компьютере. Мобильное приложение CoSpaces Edu работает на iOS 8 или Android 4.4 и выше. Чтобы испытать сцены CoSpaces в VR и AR, устройство должно иметь встроенный датчик гироскопа.

Практические работы:

1) Каждый пользователь в плане (учитель или ученик) регистрируется в CoSpaces EDU или использует учетную запись Google. Здесь хранятся все ваши проекты (Рисунок 25).

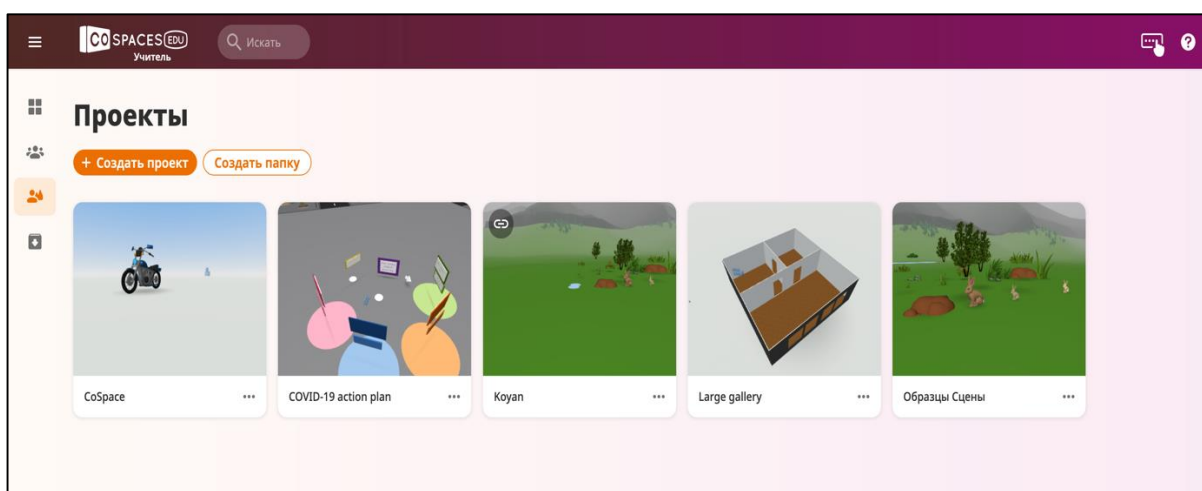


Рисунок 25. Окно проектов CoSpaces EDU

2) Чтобы начать новую сборку, нажмите «Создать проект». Первый шаг — выбрать первую сцену для сборки (Рисунок 26). Позже вы сможете добавить дополнительные элементы. Варианты:

- 3D-среда: создайте 3D-среду по своему выбору и просмотрите ее позже в виртуальной или дополненной реальности.
- 360-градусное изображение: создайте 360-градусное изображение по вашему выбору и просмотрите его в виртуальной реальности.
- Merge Cube (только для пользователей Pro): создавайте свои собственные творения для слияния куба. Разместите содержимое в любом месте на виртуальном кубе, внутри и вокруг него, чтобы создать собственную голограмму.
- Тур (только учетная запись Pro): создайте виртуальный тур с собственными 360-градусными изображениями.

3) Настройка первой сцены (Рисунок 27). Когда вы начинаете с пустой сцены в 3D-среде, вы строите с нуля большой холст с сеткой. Вы можете перейти на вкладку «Среда» в левом нижнем углу и выбрать одну из доступных 3D-сред, нажав «Изменить».

4) Откройте библиотеку вашего CoSpace, чтобы просмотреть категории (Персонажи, Животные, Жилье, Природа, Транспорт, Предметы, Здания, Особые). Когда вы найдете 3D-объект, который хотите использовать, просто перетащите его в свою сцену (Рисунок 28). Некоторые объекты доступны в рамках бесплатной учетной записи. Другие требуют профессиональной лицензии. Каждый объект можно перемещать, вращать и изменять его размер. Щелкните правой кнопкой мыши или дважды щелкните объект, чтобы открыть дополнительные параметры, такие как:

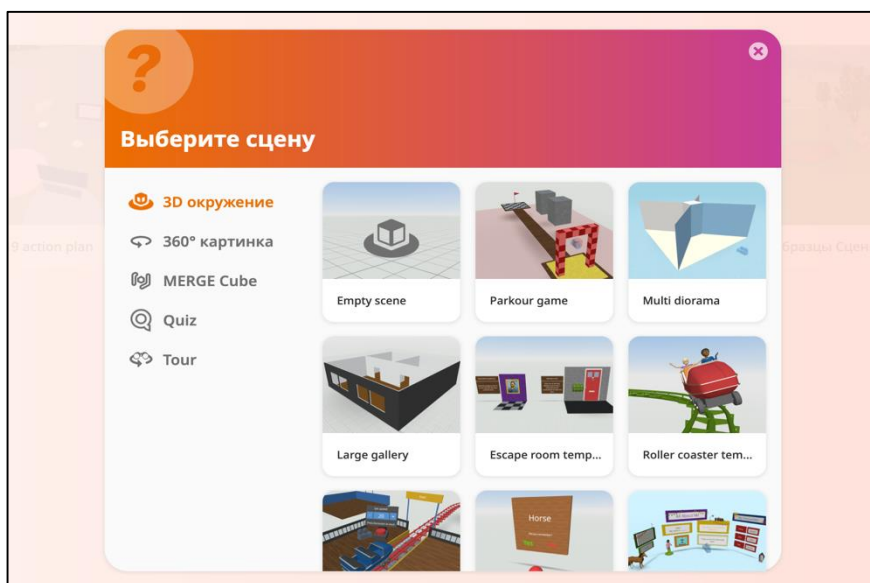


Рисунок 26. Создание нового проекта в CoSpaces EDU

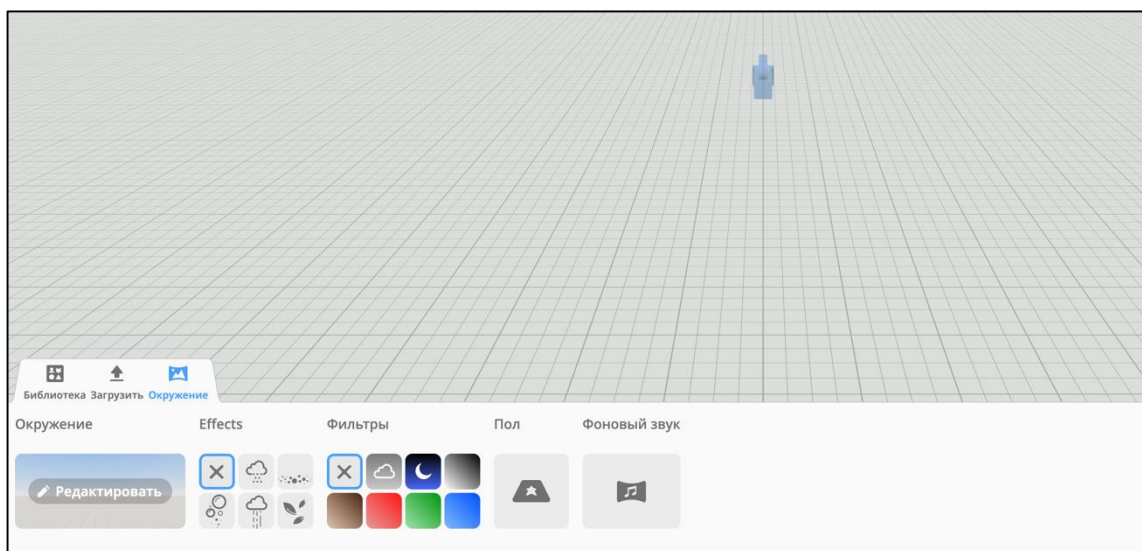


Рисунок 27. Создание и настройка пустой сцены (3D-окружение)

- Материалы: изменить цвет объекта.
- Анимация: выберите готовые к использованию анимации, включая «Нейтральный», «Злой», «Ешь», «Счастливый», «Бег», «Сон» и «Прогулка».

- Речь: выберите режим «Думай или скажи» и добавьте свой текст в пузырек с мыслями. Cospaces поддерживает многие языки мира, в том числе и казахский язык



Рисунок 28. Создание с помощью 3D-объектов

5) Добавление кода в CoSpace (Рисунок 29). Также можно использовать «Код» (в правом верхнем углу меню), чтобы добавить движения и взаимодействия. Начинающие пользователи должны начать с использования языка визуального кодирования CoSpaces EDU CoBlocks. Опытные программисты могут программировать на языках сценариев (доступно только функция Pro). Вы можете найти значок «Код» в правом верхнем углу меню, затем щелкнуть значок «CoBlocks».

6) Проект можно запустить и посмотреть на компьютере, который установлена программа CoSpaces или поделиться со ссылкой (или QR кодом) чтобы посмотреть с помощью планшета или смартфона (Рисунок 30, 31) в режиме AR/VR.

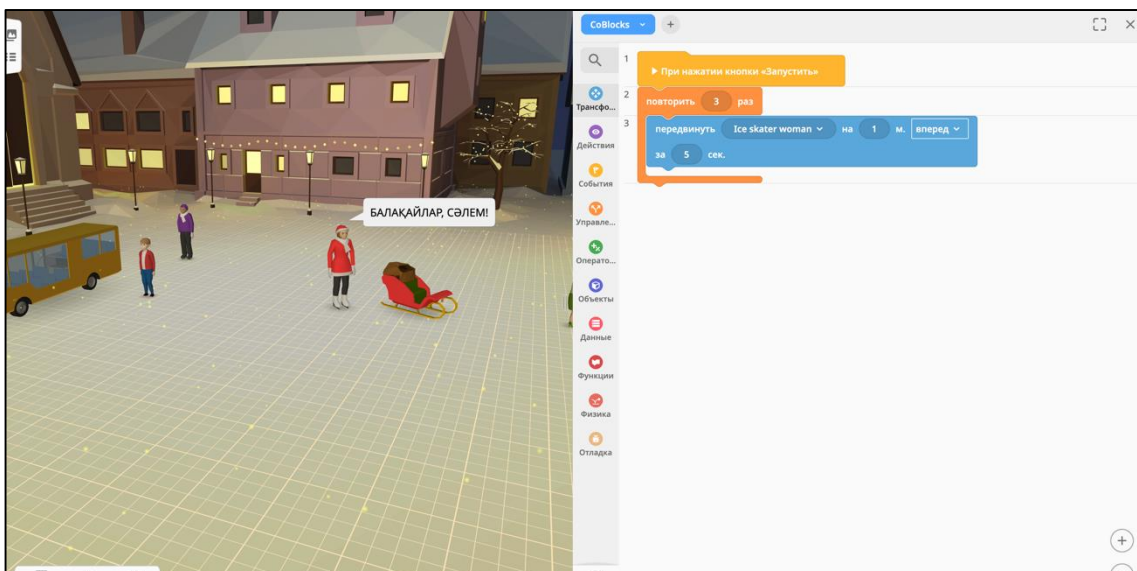


Рисунок 29. Добавление кода в CoSpaces

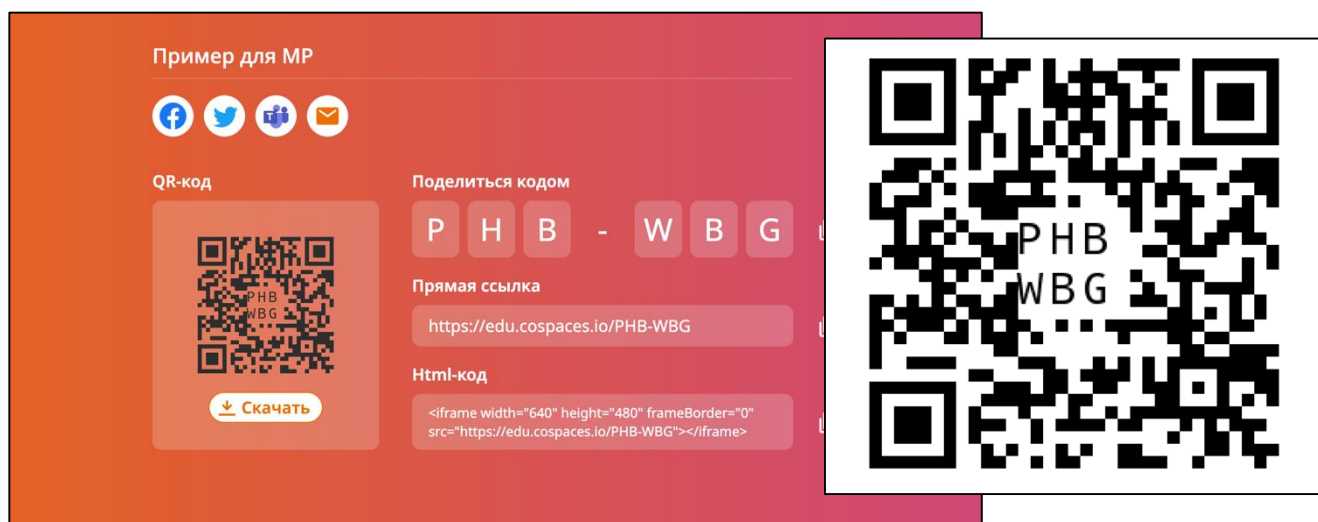


Рисунок 30. Создание ссылки (и QR кода) для проекта CoSpaces



Рисунок 31. Просмотр проекта в режиме AR/VR.

Выводы

При выполнении практической работы обучающиеся получают представление о дополненной, виртуальной и смешанной реальности. Кроме того, данный пример показывает реализацию конструктивистского подхода в обучении школе. Возможности дополненной и виртуальной реальности позволяют реализовать множество творческих идей не только учителей, но и самих обучающихся школ, способствуя повышению интереса к поискам и учебе.

Заключение

Цифровизация школы больше не ограничивается финансовой или технической поддержкой кабинетов информатики или STEM-лаборатории, сегодня технологии являются фундаментальным компонентом содержания образования, а также преподавания и обучения, получение опыта, усвоения практических навыков и обеспечения достижений в исследованиях. Искусственный интеллект и связанные с ним разработки обещают стать высокотехнологичными решениями, способствующими прогрессу в образовании и расширяющими возможности обучающихся и преподавателей. Дополненная реальность (AR), виртуальная реальность (VR) и искусственный интеллект (AI) — это быстро развивающиеся технологии и с каждым годом эти технологии становятся более доступными и можно ожидать, что они все больше и больше будут использоваться в обучении. Их интеграция в образование открывает новые возможности и в будущем электронное обучение, вероятно, станет более захватывающим, интерактивным и персонализированным. Учащиеся смогут испытать различные среды и ситуации, а также получать обратную связь о своей работе в режиме реального времени. AI будет использоваться для автоматизации задач и персонализации обучения, что позволит учителям сосредоточиться на более творческих и стратегических задачах. Дополненная реальность (AR) и виртуальная реальность (VR) — это новые технологии, которые могут улучшить учебный опыт и результаты обучения в школе. AR и VR могут создавать захватывающие, интерактивные и увлекательные среды, которые позволяют учащимся исследовать, творить и сотрудничать по различным предметам и контекстам.

Технология VR предлагает уникальную возможность создать по-настоящему захватывающий учебный процесс. В виртуальной реальности учащиеся могут изучать и испытывать сложные концепции практическим и интерактивным способом. Например, виртуальную реальность можно использовать для моделирования сценариев реального мира, таких как исторические события, научные эксперименты и сложное оборудование, обеспечивая обучающимся более увлекательный и запоминающийся опыт. Более того, виртуальная реальность может разрушить барьеры времени и пространства, позволяя обучающимся учиться из любой точки мира и исследовать среду, к которой в противном случае у них не было бы доступа. Сочетание технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности также может помочь преодолеть разрыв в навыках и подготовить обучающихся к профессиональной работе в будущем. Например, искусственный интеллект и виртуальная реальность могут использоваться для создания виртуальных учений и стажировок, предоставляя учащимся возможность получить реальный опыт и развить ценные навыки в моделируемой безопасной среде. Например, крупнейшая в мире платформа для обмена цифровыми знаниями Elearningindustry (eLI,

<https://elearningindustry.com/future-of-elearning-how-ar-vr-and-ai-are-changing-the-game>) сообщает, что:

– по данным Grand View Research , к 2030 году мировой рынок AR и VR достигнет \$597,54 млрд;

– по данным Fortune Business Insights , к 2030 году мировой рынок искусственного интеллекта достигнет \$2025,12 млрд;

– 75% учащихся с большей вероятностью запоминают информацию, когда изучают ее с помощью AR или VR;

– 80% учащихся больше занимаются электронным обучением с использованием AI;

– 90% компаний планируют инвестировать в AR и VR к 2025 году.

Однако интеграция AR и VR в практику обучения школы также создает некоторые проблемы и требует подготовки школы и учителей к их использованию. Использование AR и VR в классе — это не просто добавление новизны или веселья в классные уроки. В первую очередь, необходимо планировать и разрабатывать уроки с учетом AR и VR и согласовывать их с целями и результатами обучения. Учителям нужно подумать о том, как AR и VR могут поддерживать, улучшать или трансформировать стратегии преподавания и обучения, а также как они могут способствовать развитию навыков мышления более высокого порядка, таких как анализ, синтез, оценка и творчество. Как интегрировать AR и VR с другими ресурсами, занятиями и оценками, управление временем на уроке, пространством, оборудованием и классом и другие вопросы требуют хорошей практики для использования AR/VR в классе. Кроме того, важными также являются изучение социальных аспектов использования VR/AR-технологий в образовании и предполагаемых рисков при использовании VR/AR в детском возрасте (психологические, здоровьесберегающие и другие аспекты).

Таким образом, растущие тенденции повсеместного использования виртуальной и дополненной реальности в сфере деятельности человека, новые технологические решения, способствующие быстрому развитию VR/AR-технологий, постепенно инициируют неизбежность внедрения иммерсивных технологий в систему образования. В этом плане, применение VR/AR-технологий для обучения, вероятно, изменит не только технологическую составляющую процесса образования, но и всю методическую систему обучения, которая включает цели, задачи, содержание, формы и средства обучения.

Список использованной литературы

1. Сарсимбаева С.М., Корнилов Ю.В. Мукашева М.У., Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовании. Монография – Астана: Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, 2022. - 335 с. ISBN 978-601-7664-51-0 <https://elibrary.ru/item.asp?id=49532052>
2. Cruzneira C., Sandin D.J., Defanti T.A., Kenyon R.V., and Hart J.C. The CAVE – Audio-Visual Experience Automatic Virtual Environment // Communications of the Acm, 1992. Volume 35, issue 6. PP.64-72. DOI: <https://doi.org/10.1145/129888.129892>.
3. Apple has won a major patent relating to real-time Acoustical Ray Tracing that takes Spatial Audio to new dimensions for VR Environments. <https://www.patentlyapple.com/patently-apple/2021/11/apple-has-won-a-major-patent-relating-to-real-time-acoustical-ray-tracing-that-takes-spatial-audio-to-new-dimensions-for-vr-e.html>
4. Klopfer, E., Squire, K. Environmental detectives: the development of an augmented reality platform for environmental simulations. Educational Technology Research and Development. 2008. Vol. 56 (2), pp. 203-228. DOI: 10.1007/s11423-007-9037-6.
5. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО. Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2019. Эл.ресурс: URL:<https://iite.unesco.org/ru/publications/struktura-ikt-kompetentnosti-uchitelej-rekomendatsii-unesco/> (на русском). URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721> (на английском, 2018 год).
6. Available at: URL: <https://www.dictionary.com/browse/extended-reality>.
7. Education CIOs identify digital skills and technologies for sustainable transformation. – URL: <https://www.gartner.com/en/industries/education>
8. Cipresso, P., Giglioli, I., Raya, M. A., Riva, G. (2018). The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. Frontiers in psychology. Vol. 9, 2086. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02086
9. Браславский П.И. Технология виртуальной реальности как феномен культуры конца XX и начала XXI веков // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата культурологии, Екатеринбург, 2003. – 23 с.
10. Тренды, которые меняют образование в эпоху пост-COVID-19. – URL: <https://ict.moscow/research/trendy-kotorye-menaiut-obrazovanie-v-epokhu-post-covid-19/>
11. Бондал К. Как использовать VR в обучении. – URL <https://kapital.kz/business/88593/kak-ispol-zovat-vr-v-obuchenii.html>
12. Ефремова С.Г., Морошкин Н.А. Исследование влияния VR, AR, MR технологий на качество образования в современном мире и их дальнейшие пути развития // Моя профессиональная карьера. – 2020. – Т. 2. – № 11. – С. 187-192.
13. Huang, Y., Liu, Y., Wang, Y. (2009). AR-View: An augmented reality device for digital reconstruction of Yuangmingyuan. 2009 IEEE International Symposium on

- Mixed and Augmented Reality - Arts, Media and Humanities, 2009, pp. 3-7. DOI: 10.1109/ISMAR-AMH.2009.5336752
14. Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H.-L., Wang, X. (2018). A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 15, pp. 1-18. DOI: 10.3390/ijerph15061204
 15. Сайт Центра компетенций Национальной Технологической Инициативы (НТИ) по направлению подготовки «Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности» на базе Дальневосточного Федерального университета, г. Владивосток. – URL: https://www.rvc.ru/eco/overcoming_technological_barriers/competence_centers_nti/143927/ (дата обращения 2020-11-22)
 16. Итоги исследования готовности российских школ к VR/AR подвели в Центре НТИ ДВФУ. – URL: https://www.dvfu.ru/news/fefu-news/itogi_issledovaniya_gotovnosti_rossiyskikh_shkol_k_vr_ar_podveli_v_tsentre_nti_dvfu/ (дата обращения 2020-11-22)
 17. Опрос российских школ о готовности к применению технологий VR/AR. – URL: <https://ict.moscow/research/opros-rossiyskikh-shkol-o-gotovnosti-k-primeneniiu-tekhnologii-vr-ar/> (дата обращения 2020-11-22)
 18. Загитуллина Ф.Р., Набокова Л.С. Перспективы внедрения технологий дополненной и виртуальной реальности в сферу образовательного процесса высшей школы // *Профессиональное образование в современном мире*. – 2019. – Т. 9, – № 2, – С. 2710-2719. DOI:15372/PEMW20190208
 19. Билялова А. В Нур-Султане создана школьная лаборатория виртуальной реальности — «NURLab». <https://weproject.media/articles/detail/v-astane-sozdana-shkolnaya-laboratoriya-virtualnoy-realnosti-nurlab/>
 20. Гольцова Т.А., Проценко Е.А. Геймификация как эффективная технология обучения иностранным языкам в условиях цифровизации образовательного процесса // *Отечественная и зарубежная педагогика*. 2020. Т. 1, № 3 (68). С. 65–77.
 21. Никитин Г.М. Геймерство как социокультурный феномен в современной педагогической науке. *Педагогика: история, перспективы*. 2020. Том. 3 № 5 С. 42-55, DOI: 10.17748/2686-9969-2020-3-5-42-55
 22. С.В. Титова, К.В. Чикризова Геймификация в обучении иностранным языкам: психолого-дидактический и методический потенциал. *Педагогика и психология образования*. 2019. № 1. - С. 135-152
 23. Карп К. *The Gamification of Learning and Instruction*. John Wiley & Sons, 2012.
 24. Берджес, Д. *Обучение как приключение: Как сделать уроки интересными и увлекательными* / Дэйв Берджес; Пер с англ. 4-е изд. – Альпина Паблишер, 2020. – 238 с.
 25. VR In Education & Industry. – URL: <https://www.classvr.com/>
 26. Roseblum, L. J., Cross, R. A. (1997). The challenge of virtual reality. In W. R. Earnshaw, J. Vince, H. Jones (Eds.), *Visualization & Modeling*. San Diego, CA: Academic Press, pp. 325-399.

27. Wu, F., Liu, Z., Wang, J., Zhao, Y. (2015). Establishment virtual maintenance environment based on VIRTTOOLS to effectively enhance the sense of immersion of teaching equipment. In Proceedings of the 2015 International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science (ETMHS 2015). Atlantis Press. DOI: 10.2991/etmhs-15.2015.93
28. Björk, S., Holopainen, J. (2004). Patterns in Game Design. Charles River Media, Boston, MA. 423 p.
29. Riva, G. (2006). Virtual reality. Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering. London: John Wiley & Sons. 4152 p.
30. Virtual Reality in Education: Benefits, Tools, and Resources <https://soeonline.american.edu/blog/benefits-of-virtual-reality-in-education> (дата обращения 2020-11-29)
31. Орехов С. И. Виртуальная реальность: Исследование онтологических и коммуникационных основ : специальность 09.00.01 "Онтология и теория познания" : диссертация на соискание ученой степени доктора культурологических наук / Орехов Сергей Иванович ; – Омск, 2002. – 332 с.
32. Зудилина Н.В. Философские интерпретации понятия «виртуальная реальность»: учебное пособие. – Симферополь: Н.В. Зудилина, 2020. – 348 с.
33. Thomas, K. Metzinger Why Is Virtual Reality Interesting for Philosophers? https://www.philosophie.fb05.unimainz.de/files/2018/09/Metzinger_VR_Phil_2018_frobt-05-00101.pdf (дата обращения 2020-12-12)
34. Lombard, M., Ditton, T. B. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. Journal of Computer-Mediated Communication. Vol. 3(2). DOI: 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x/full
35. Носов Н. А. Виртуалистика // Исследовано в России. – 1999. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualistika> (дата обращения 2022-06-02).
36. Селиванов В.В., Селиванова Л.Н. Виртуальная реальность как метод и средство обучения // ОТО. – 2014. – №3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kak-metod-i-sredstvo-obucheniya> (дата обращения 2022-06-02).
37. Terrier, L. Virtual Reality: The Future of Education? EHL insights. – URL: <https://hospitalityinsights.ehl.edu/virtual-reality-future-of-education> (дата обращения 2022-06-02).
38. Naase, T., Weisenburger, N., Termath, W., Frosch, U., Bergmann, D., Dick, M. (2014). The Didactical Design of Virtual Reality Based Learning Environments for Maintenance Technicians. In: Shumaker R., Lackey S. (eds) Virtual, Augmented and Mixed Reality. Applications of Virtual and Augmented Reality. VAMR 2014. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 8526. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-07464-1_3
39. Building a Modern Virtual Learning Environment (VLE). BLOG By eThink. – URL: <https://ethinkeducation.com/blog/building-a-modern-virtual-learning-environment-vle/> (дата обращения 2022-06-02).

40. Winn, W. (2002). Research into Practice: Current Trends in Educational Technology Research: The Study of Learning Environments. *Educational Psychology Review*. Vol. 14, pp.331-351. DOI: 10.1023/A:1016068530070
41. Rajj, A., Kotranza, A., Lind, D., Lok, B. (2009). Virtual Experiences for Social Perspective-Taking. *Proceedings - IEEE Virtual Reality*. pp. 99-102. DOI: 10.1109/VR.2009.4811005
42. Antunes, J. Where do AR and VR devices stand in 2021? – URL: <https://www.geoweekevents.com/news/where-do-ar-and-vr-devices-stand-in-2021> (дата обращения 2022-06-02)
43. Сайт для создания панорамных видео 360. – URL: <https://facebook360.fb.com/learn/#s2> (дата обращения 2022-06-02)
44. Официальный веб-сайт «faceshift.com». Создание реалистичных и эмоциональных лицевых анимаций с помощью доступной и простой в использовании системы. – URL: <https://80.lv/vendors/faceshift/> (дата обращения 2022-06-02)
45. Об утверждении норм оснащения оборудованием и мебелью организаций дошкольного, среднего образования, а также специальных организаций образования. Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 22 января 2016 года № 70. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 26 февраля 2016 года № 13272. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600013272>
46. Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к объектам образования" Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 5 августа 2021 года № ҚР ДСМ-76. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 6 августа 2021 года № 23890. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023890>
47. Bailenson, J. (2019). *Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do*; W.W. Norton & Company: New York, NY, USA.
48. Mukasheva, M., Kornilov, I., Beisembayev, G., Soroko, N., Sarsimbayeva, S. & Omirzakova, A. (2023) Contextual structure as an approach to the study of virtual reality learning environment, *Cogent Education*, 10:1, DOI: [10.1080/2331186X.2023.2165788](https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2165788)
49. The Stanford Ocean Acidification Experience // Сайт «Store.steampowered.com». – URL: https://store.steampowered.com/app/409020/The_Stanford_Ocean_Acidification_Experience/ (дата обращения 2023-12-06)
50. National Geographic Explore VR: The Machu Picchu // Сайт «Oculus.com». – URL: <https://www.oculus.com/blog/experience-machu-picchu-in-national-geographic-explore-vr-on-oculus-quest/> (дата обращения 2023-12-06)
51. National Geographic Explore VR: The Antarctica // Сайт «Oculus.com». – URL: <https://www.oculus.com/experiences/quest/2046607608728563/> (дата обращения 2023-12-06)

52. Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, *60*, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
53. Parong, J., & Mayer, R. E. (2020). Cognitive and affective processes for learning science in Immersive Virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, *37*(1), 226–241. <https://doi.org/10.1111/jcal.12482>
54. Григорьев С. Г., Родионов М. А., Кочеткова О. А. Реализация дополнительной общеобразовательной программы по тематическому направлению «Разработка виртуальной и дополненной реальности» с использованием оборудования центра цифрового образования детей «IT-куб». Методическое пособие. Москва, 2021-132 с.
55. Левицкий, М. Л. Фундаментальные основы использования технологии дополненной виртуальной реальности в общем образовании. Монография / М.Л. Левицкий, О.Ю. Заславская, А.В. Гриншкун, А.И. Азевич, С. А. Баженова, Е.К. Андрейкина, Е.С. Пучкова. – Воронеж: Изд.: «Научная книга», 2020. – 127 с.
56. Литвинова С. Г., Сороко Н. В., Богачков Ю. М., Гриб'юк О. О., Дементієвська Н. П., Соколук О. В., Слободяник П. С., Ухань О. М. Використання засобів доповненої та віртуальної реальності внавчальному середовищі закладів загальної середньої освіти: методичні рекомендації / за наук. ред. С. Г. Литвинової – К. :ІЦО НАПН України, 2023. 74 с.
57. Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженин А.В., Богатырев В.А. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности Учебное пособие.– Санкт- Петербург: Университет ИТМО. 2018 . – 59 с.
58. Сергеев С.Ф., Бершадский М.Е., Чоросова О.М. и др. Когнитивная педагогика: технологии электронного обучения в профессиональном развитии педагога. Монография. Якутск, Изд.: СВФУ им. М.К. Аммосова, 2016. – 337 с.
59. Виртуальная реальность в Steam. – URL: <https://store.steampowered.com/vr/?l=russian#p=0&tab=TopSellers> (дата обращения 2020-05-15)
60. Mukasheva M., Kalkabayeva, Z., Pussyrmanov, N. Visualization of sorting algorithms in the virtual reality environment. *Frontiers in Education*. Volume 8 - 2023 | <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1195200>
61. Gossett, St. Virtual Reality in Education: An Overview. – URL: <https://builtin.com/edtech/virtual-reality-in-education> (дата обращения 2021-02-10)
62. Chacon, M. How Rumii Makes The World A Better Place Using VR To Educate. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/how-rumii-makes-world-better-place-using-vr-educate-mat-chacon> (дата обращения 2021-02-10)

Негізгі терминдердің қазақша-орысша сөздігі
 Казахско-русский словарь основных терминов

360 градустық бейне	Видео 360 градусов
А	
Ақылды көзілдірік	Умные очки
Аралас шынайылық (MR, Mixed Reality)	Смешанная реальность (MR, Mixed Reality)
Ә	
Әзірлеушілер	Разработчики
В	
Виртуалды шынайылық (VR, Virtual Reality)	Виртуальная реальность
Д	
Денсаулық күту (health-preservation)	Здоровьесберегающий
И	
Иммерсивті технологиялар	Иммерсивные технологии
К	
Кеңейтілген шынайылық (XR, Extended Reality)	Расширенная реальность
Компьютерлік көру	Компьютерное зрение
Кіріктірілген акселерометрлер	Встроенные акселерометры
Қ	
Қатысу эффектісі	Эффект присутствия
М	
Машиналық оқыту	Машинное обучение
О	
Ойын қозғалтқыштары	Игровые движки
С	
Спектрлік-селективті шағылысу	Спектрально-селективное отражение
Т	
Толық ену әсері	Эффект полного погружения
Толықтырылған шынайылық (AR, Augmented Reality)	Дополненная реальность