

**Государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования города Москвы  
«Московский городской педагогический университет»**

*На правах рукописи*



**Гриншкун Александр Вадимович**

**ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ КАК  
ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ И СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ В  
КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ**

**13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (информатика)**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Научный руководитель:  
доктор педагогических наук,  
профессор  
Левченко Ирина Витальевна

Москва – 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОБУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ .....	16
1.1. Существующие подходы к рассмотрению информационных технологий в качестве объекта изучения и средства обучения .....	16
1.2. Технология дополненной реальности как информационная технология.....	28
1.3. Возможности обучения и использования технологии дополненной реальности в школьном курсе информатики .....	54
Выводы по первой главе.....	70
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ .....	75
2.1. Моделирование методической системы обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы.....	75
2.2. Компоненты методической системы обучения технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы .....	95
2.3. Формирование и использование системы визуальных средств дополненной реальности для обучения информатике в основной школе.....	121
2.4. Экспериментальная проверка эффективности обучения информатике в основной школе в условиях внедрения технологии дополненной реальности.....	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	176
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	180

ПРИЛОЖЕНИЯ.....	197
Приложение 1. Разработка обучающей программы, основанной на технологиях дополненной реальности.....	197
Приложение 2. Сценарий урока по теме «Устройство жесткого диска», основанный на взаимосвязанном использовании технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения ..	203
Приложение 3. Пример неэффективности использования реальных объектов в обучении .....	209
Приложение 4. Задания для входного тестирования по теме «Технология дополненной реальности» .....	211
Приложение 5. Задания для итогового тестирования по теме «Технология дополненной реальности» .....	213
Приложение 6. Задания для входного тестирования по теме «Компьютерная техника».....	216
Приложение 7. Задания для итогового тестирования по теме «Компьютерная техника».....	217
Приложение 8. Документы об апробации .....	218

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** В настоящее время происходит дальнейшее становление информационного общества, в котором доминирующий вид деятельности связан с производством информационного продукта. От того, насколько эффективно человек может работать с информацией, зависит его интеграция в это общество. Кроме того, информационные потоки, в которых необходимо ориентироваться современным специалистам, неуклонно возрастают, стимулируя разработку новых технологий (совокупности средств и способов) для работы с информацией, т.е. информационных технологий. Основным техническим средством современных информационных технологий остаётся компьютер, аппаратное и программное обеспечение которого позволяют автоматизировать множество информационных процессов, включая телекоммуникационное взаимодействие.

Одним из ключевых направлений информатизации общества является информатизация образования. От овладения учащимися обобщенными способами деятельности с использованием информационных технологий зависит как эффективность их обучения, так и подготовленность к жизни в современном обществе.

Теоретические исследования вопросов необходимости использования и применения средств информационных технологий в учебном процессе описаны в работах С.Л. Атанасяна, Е.Ы. Бидайбекова, В.А. Бубнова, Я.А. Ваграменко, И.Б. Готской, С.Г. Григорьева, В.В. Гриншкуна, О.Ю. Заславской, С.Д. Каракозова, А.М. Кондакова, В.А. Кудинова, А.А. Кузнецова, Д.Ш. Матроса, Н.И. Пака, И.В. Роберт, А.Л. Семенова, О.Г. Смоляниновой, А.Н. Тихонова, А.Ю. Уварова, С.В. Щербатых и др.

В современной школе разнообразные средства информационных технологий применяются при обучении различным дисциплинам. Примерами средств информатизации образования являются презентации и виртуальные

архивы на уроках литературы и истории, трёхмерные модели на уроках геометрии, системы автоматизированного проектирования на уроках черчения и труда, физические симуляторы на уроках физики или моделирования солнечной системы на уроках астрономии. В этих случаях школьники обучаются с помощью средств информационных технологий, но при этом сама информационная технология и средства, входящие в неё, (например, технологии и средства работы с графикой или мультимедиа) выступают лишь в роли «инструмента».

По сравнению с другими школьными предметами общеобразовательный курс информатики обладает особым свойством – информационные технологии (если говорить точнее, средства этих технологий) являются не только средством обучения, но и объектом изучения: на уроках информатики школьники изучают непосредственно информационные технологии, используя для этого средства информационных технологий. Подобно информационным технологиям такую же «двойную роль» в школьном курсе информатики играет компьютер. Так, компьютер выступает и в качестве средства обучения (учащиеся обучаются с помощью компьютерной техники), и в качестве объекта изучения (учащиеся изучают сам компьютер – его аппаратное и программное обеспечение).

Обучение информационным технологиям, их рациональному применению для решения учебных и практических задач для подготовки к непрерывному самообразованию является важной составляющей содержания общеобразовательного курса информатики и имеет большое значение для общего образования в целом. Обоснование необходимости и описание особенностей обучения информационным технологиям в курсе информатики основной школы можно найти в работах И.Н. Антипова, С.А. Бешенкова, Л.Л. Босовой, Е.П. Велихова, А.Г. Гейна, А.П. Ершова, В.Г. Житомирского, Т.Б. Захаровой, Г.А. Звенигородского, В.А. Каймина, А.А. Кузнецова, А.Г. Кушниренко, М.П. Лапчика, Г.В. Лебедева, И.В. Левченко, В.С. Леднева,

Б.Н. Наумова, Ю.А. Первина, Т.Н. Суворовой, Е.К. Хеннера,  
С.И. Шварцбурда, А.Г. Щеголева и др.

В настоящее время актуальной является проблема формирования содержания такого обучения, направленного на подготовку учащихся к применению не только «сегодняшних» технологий, но и технологий, которые появятся в будущем. Это будет способствовать внедрению новейших информационных технологий в процесс обучения, повседневную жизнь учащихся, повышению эффективности обучения разным учебным дисциплинам, в том числе и информатике. Среди информационных технологий следующего поколения можно выделить технологии для взаимодействия с мультимедиа ресурсами. В первую очередь, это новые способы взаимодействия с виртуальными объектами с помощью такой технологии, как дополненная реальность.

Один из существующих подходов определяет дополненную реальность как среду с прямым или косвенным дополнением физического мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи соответствующего аппаратного и программного обеспечения компьютерной техники. Применение технологии дополненной реальности позволяет достигнуть более высокой степени интеграции виртуального мира с реальным. Эта технология позволяет достичь нового уровня визуализации информации. Для работы с технологией дополненной реальности используют такие компьютерные платформы, как Google Glass, MS HoloLens, Google ARCore, Apple ARKit и др. Главной особенностью данной технологии является непосредственная привязка к реальному окружающему миру, чего не хватает в виртуальной реальности, постепенно внедряемой в систему образования. Технология дополненной реальности позволяет одновременно видеть и использовать виртуальные и реальные объекты в окружающем человека мире. Основные определения технологии дополненной реальности, а также некоторые особенности и возможности её применения рассмотрены в работах Р. Азумы, Ф. Кисино, Т. Кодела, А.С. Конушина, П. Милграма, С.К. Онга,

В.Р. Роганова, М. Саирио, Б. Чэна, М.Л. Юана, и др. К преимуществам использования технологии дополненной реальности относят возможность «наложения» при помощи компьютерной техники информационного слоя (надписей, картинок, объёмных моделей и т.п.) на материальные объекты в реальном времени в зависимости от окружающей обстановки, а также возможность манипуляции виртуальными объектами в реальном пространстве. К проблемным аспектам применения этой технологии относят сложность интеграции виртуального и реального мира, а именно, проблемы распознавания, позиционирования и вывода информации, а также необоснованность в некоторых случаях замен реальных объектов виртуальными.

На сегодняшний день проведено относительно малое количество научных исследований в области использования технологии дополненной реальности в образовании. Среди ученых, занимающихся данной проблемой, следует выделить С. Джохима, Х. Кауфманна, Л.Л. Лопез, Б. Мейера, Т. Нослони. В их работах описываются преимущества использования средств дополненной реальности в образовании, а также предлагаются учебные задания, связанные с применением данной технологии в образовательном процессе. Среди визуальных средств информатизации образования, базирующихся на технологии дополненной реальности, можно отметить среды Aurasma, MITAR и Augmented.

Теоретические вопросы внедрения технологии дополненной реальности в систему обучения школьников информатике до сих пор остаются не изученными. Необходимость использования и обучения технологии дополненной реальности на уроках информатики основной школы обоснована двумя основными причинами. Во-первых, использование технологии дополненной реальности может существенно повысить эффективность обучения информатике, поскольку эта технология обладает рядом уникальных преимуществ, таких как повышение наглядности, проведение ранее невозможных лабораторных работ, а также повышения степени интеграции

информационных технологий в учебный процесс благодаря снижению ограничений современных компьютерных пользовательских интерфейсов. Во-вторых, технология дополненной реальности начинает входить в повседневную жизнь и профессиональную деятельность современного человека, а значит, необходимо обучать работе с такой технологией в рамках общеобразовательного курса информатики. К сожалению, несмотря на очевидную значимость технологии дополненной реальности для образовательного процесса, современная методическая система обучения информатике в основной школе не содержит такую информационную технологию ни в качестве объекта изучения, ни в качестве средства обучения.

Таким образом, можно выделить **противоречие** между необходимостью использования средств информационных технологий для повышения эффективности обучения информатике в основной школе, существенным образовательным потенциалом такой современной информационной технологии, как технология дополненной реальности, с одной стороны, и отсутствием методики обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы, с другой стороны. Необходимость устранения выявленного противоречия свидетельствует об актуальности исследования и определяет его проблему.

**Проблема исследования:** теоретическое обоснование возможности и целесообразности использования технологии дополненной реальности для повышения эффективности обучения информатике в основной школе, определение подходов к обучению информатике с использованием технологии дополненной реальности, нахождение взаимосвязи способов обучения и использования технологии дополненной реальности в общеобразовательном курсе информатики основной школы.

**Цель исследования:** усовершенствовать методику обучения информатике в основной школе за счёт включения в содержание курса компонентов, связанных с технологией дополненной реальности, а также



выявить влияние использования такой технологии на эффективность обучения информатике.

**Объект исследования:** процесс обучения информационным технологиям и их использования в школьном курсе информатики.

**Предмет исследования:** методика обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы

**Гипотеза исследования:** если в курс информатики основной школы внедрить технологию дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения во взаимосвязи, то:

– повысится эффективность обучения архитектуре компьютера, моделированию и другим дидактическим элементам курса информатики за счёт повышения наглядности учебного материала, его интерактивности, более высокой степени интеграции виртуальных моделей и реального мира;

– курс информатики основной школы будет расширен благодаря возможности проведения ранее недоступных практических работ, а также включения самой технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения;

– учащиеся будут лучше подготовлены к жизни и работе в информационном обществе за счёт овладения визуальными средствами технологии дополненной реальности и подходами к практическому применению таких средств.

Указанные цель, объект, предмет и гипотеза исследования обуславливают необходимость решения следующих основных **задач исследования:**

1. Определить существующие подходы к рассмотрению информационных технологий в качестве объекта изучения и средства обучения;

2. Выявить теоретические и технологические предпосылки обучения и использования технологии дополненной реальности в школьном курсе информатики;

3. Создать модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности;

4. Разработать и описать компоненты методической системы обучения технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы;

5. Сформировать систему учебно-познавательных задач и визуальных средств технологии дополненной реальности для обучения информатике в основной школе;

6. Провести экспериментальную проверку эффективности обучения информатике в основной школе посредством внедрения технологии дополненной реальности.

**Методологической и теоретической основой исследования** являются:

– системно-деятельностный подход в образовании (А.Г. Асмолов, Л.С. Выгодский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, В.В. Рубцов, Д.Б. Эльконин и др.);

– теория и методика обучения информационным технологиям в курсе информатики основной школы (И.Н. Антипов, С.А. Бешенков, Л.Л. Босова, Ю.А. Быкадоров, Е.П. Велихов, А.Г. Гейн, А.П. Ершов, В.Г. Житомирский, Т.Б. Захарова, Г.А. Звенигородский, В.А. Каймин, А.А. Кузнецов, А.Г. Кушниренко, М.П. Лапчик, Г.В. Лебедев, И.В. Левченко, В.С. Леднев, Б.Н. Наумов, Ю.А. Первин, Т.Н. Суворова, Е.К. Хеннера, С.И. Шварцбург, А.Г. Щеголев и др.);

– исследования в области использования средств информационных технологий в образовательном процессе (О.А. Абдулина, С.И. Архангельский, С.Л. Атанасян, Е.Ы. Бидайбеков, В.А. Бубнов, Я.А. Ваграменко, И.Б. Готская, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, О.Ю. Заславская, С.Д. Каракозов, О.А. Козлов, А.М. Кондаков, В.А. Кудинов, А.А. Кузнецов, Т.А. Лавина, В.Л. Латышева, Д.Ш. Матрос, Н.И. Пак, И.В. Роберт, А.Л. Семенов,

О.Г. Смолянинова, А.Н. Тихонов, А.Ю. Уваров, Ст. Хэппел, С.В. Щербатых и др.);

– теоретические исследования в области технологии дополненной реальности (Р. Азума, Ф. Кисино, Т. Кодел, А.С. Конушин, П. Милграм, С.К. Онг, В.Р. Роганов, М. Саирио, Б. Чэн, М.Л. Юан, Б.С. Яковлев и др.);

– исследования в области использования средств технологии дополненной реальности в образовательном процессе (С. Джохим, Х. Кауфманн, Л.Л. Лопез, Б. Мейер, Т. Нослони, М.В. Ядровская и др.).

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач использовались следующие методы: общенаучные методы теоретического исследования (анализ, синтез, формализация, моделирование, классификация, обобщение, изучение литературы); методы эмпирического исследования (изучение педагогического опыта, наблюдение, беседа, анкетирование, тестирование); методы объектно-ориентированного проектирования и программирования; разработка визуальных моделей и средств дополненной реальности; педагогический эксперимент и статистические методы.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

1. Обоснована возможность и целесообразность обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы с опорой на учет взаимосвязи «объект изучения – средство обучения»;

2. Конкретизированы и адаптированы понятия «технология дополненной реальности» и «средства дополненной реальности» с учётом психолого-возрастных особенностей учащихся для включения этих понятий в содержание обучения информатике в основной школе;

3. Создана модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности, учитывающая специфику подготовки обучающихся в основной школе, особенности и преимущества технологии дополненной реальности,

традиционные и специально разработанные требования к применению соответствующих средств информационных технологий;

4. Разработаны подходы к созданию и использованию системы визуальных средств технологии дополненной реальности, основанные на применении информационных слоёв, статических и динамических маркеров, замен реальных объектов виртуальными и виртуальных объектов реальными;

5. Определены критерии отбора, разработки и систематизации заданий для обучения информатике в основной школе с использованием технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения с учётом особенностей, преимуществ и недостатков данной технологии.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в том, что:

– предложено использование технологии дополненной реальности для повышения эффективности обучения информатике в основной школе;

– расширены цели и содержание обучения курсу информатики основной школы, предполагающие взаимосвязанное обучение и использование технологии дополненной реальности;

– выявлены способы использования технологии дополненной реальности при обучении информатике в основной школе, на основании которых разработана классификация учебно-познавательных задач по информатике.

**Практическая значимость исследования** состоит в том, что:

– сформирована система учебно-познавательных задач для обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы (обучение технологии дополненной и виртуальной реальности, архитектуре компьютера, формализации и моделированию, телекоммуникационным технологиям);

– отобран инструментарий для создания визуальных средств технологии дополненной реальности (системы Blender, SketchUp, Unity3d, Vuforia, Augmented, HP Reveal и др.), с помощью которого разработаны

средства обучения информатике (3D-модели, информационные слои, статические и динамические маркеры, системы распознавания образов и позиционирования);

– разработаны методические рекомендации и фрагмент тематического планирования для обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы.

**Достоверность и обоснованность** результатов исследования обеспечены опорой на достижения в области психологии и педагогических наук, теории и методики обучения информатике, разработки и использования современных мультимедиа технологий, адекватностью используемых методов задачам исследования, учетом потребностей современной системы обучения информатике в основной школе, апробацией материалов исследования в реальном образовательном процессе и данными результатов педагогического эксперимента.

Исследование проводилось в три этапа с 2013 г. по 2018 г.

На **первом этапе** (2013-2014 гг.) осуществлён теоретический анализ научных работ и литературы, имеющих отношение к проблеме исследования; выявлена проблема исследования и степень ее разработанности; определены теоретические аспекты применения средств технологии дополненной реальности в обучении информатике; обосновано применение средств технологии дополненной реальности в качестве средства обучения и объекта изучения.

На **втором этапе** (2015-2016 гг.) осуществлено моделирование системы обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы; выполнена разработка визуальных средств технологии дополненной реальности, сформирована система учебно-познавательных задач для обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы, разработаны методические рекомендации по их применению, начато экспериментальное обучение школьников технологии дополненной реальности.

На третьем этапе (2017-2018 гг.) выполнена апробация усовершенствованной методической системы обучения информатике в основной школе, основанной на обучении и использовании визуальных средств технологии дополненной реальности; проведены обработка, систематизация и анализ результатов исследования, сформулированы и уточнены выводы, полученные в ходе исследования, результаты исследования оформлены в виде диссертационной работы.

**На защиту выносятся следующие основные положения:**

1. Внедрение технологии дополненной реальности на уроках информатики в основной школе с опорой на взаимосвязь «объект изучения – средство обучения» способствует росту эффективности процесса обучения информатике благодаря повышению наглядности учебного материала и его интерактивности, проведению ранее недоступных практических работ, а также даёт возможность подготовить учащихся к жизни и работе в информационном обществе за счёт овладения визуальными средствами технологии дополненной реальности;

2. Разработанная модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности предоставляет возможность для совершенствования компонентов такой системы, в том числе расширить цели и содержание обучения, сформировать систему учебно-познавательных задач, что позволит взаимосвязано обучать технологии дополненной реальности и применять эту технологию при обучении информатике;

3. Предложенные подходы, принципы, критерии и инструменты позволяют создавать и использовать необходимую для формирования и выполнения учебно-познавательных задач по информатике систему визуальных средств технологии дополненной реальности, разрабатываемых на основе применения дополнительных информационных слоёв, статических и динамических маркеров, а также виртуальных объектов, взаимодействующих с объектами реального мира.

### **Апробация и внедрение результатов исследования.**

Основные положения, компоненты и результаты исследования докладывались на Международной научно-практической конференции «Опыт и перспективы использования информационно-коммуникационных технологий в образовании (ИТО-Томск)» (Томск, 2009), Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании и науке (ИТО-Самара)» (Самара, 2011), Московской научно-практической конференции «Студенческая наука 2012» (Диплом первой степени) (Москва, 2012), Международной научно-практической конференции «Математическое, естественнонаучное образование и информатизация» (Москва, 2012), семинаре факультета поведенческих наук Университета Хельсинки (Хельсинки, Финляндия, 2013), конкурсе «УМНИК» (Москва, 2013), семинаре института бизнеса Университета прикладных наук «Фонтис» (Венло, Нидерланды, 2016), ежегодной научной конференции преподавателей и студентов, семинаре института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО г. Москвы «Московский городской педагогический университет» (Москва, 2013, 2016, 2017, 2018).

Результаты исследования, разработанные визуальные средства, учебно-познавательные задачи и методические рекомендации для использования технологии дополненной реальности в курсе информатики для основной школы **внедрены** в учебный процесс ГБОУ г. Москвы «Школа №1409» и ГБОУ г. Москвы «Школа №1575».

Основные результаты диссертационного исследования **опубликованы** в 12 научных работах автора общим объёмом 2,75 печатных листов, в том числе 5 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

# **ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОБУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ**

## **1.1. Существующие подходы к рассмотрению информационных технологий в качестве объекта изучения и средства обучения**

Рассмотрение возможностей развития методической системы обучения информатике за счёт обучения технологии дополненной реальности и применения соответствующих средств обучения должно предварять изучение исторически сложившихся и современных подходов к обучению школьников различным информационным технологиям. Подобный анализ может способствовать обоснованию целесообразности и возможности предлагаемого совершенствования.

В настоящее время происходит дальнейшее становление информационного общества, в котором доминирующий вид деятельности связан с производством информационного продукта. Информация сейчас является таким же стратегическим ресурсом общества, как продукты питания в «аграрном», а материальные и энергетические ресурсы в «индустриальном» обществе.

От того, насколько эффективно человек может работать с информацией, зависит его интеграция в это общество [36]. Кроме того, информационные потоки, в которых необходимо ориентироваться современным специалистам, неуклонно возрастают, стимулируя разработку новых технологий (совокупности средств и способов) работы с информацией, т.е. информационных технологий. Основным техническим средством современных информационных технологий остается компьютер, аппаратное и программное обеспечение которого позволяет автоматизировать множество



информационных процессов, включая телекоммуникационное взаимодействие.

Одной из ключевых областей информатизации общественной жизни является информатизация образования. От овладения учащимися обобщенными способами деятельности с использованием информационных технологий зависит, как эффективность их обучения, так и подготовленность учащихся к жизнедеятельности в современном обществе.

Теоретические исследования вопросов необходимости использования и применения средств информационных технологий в учебном процессе описаны в работах М.М. Абдуразакова, С.Л. Атанасяна, Т.А. Бороненко, В.А. Бубнова, Я.А. Ваграменко, И.Б. Готской, С.Г. Григорьева, В.В. Гринскуна, И.Г. Захаровой, С.Д. Каракозова, А.М. Кондакова, В.А. Кудинова, А.А. Кузнецова, Н.И. Пака, С.В. Панюковой, И.В. Роберт, А.Л. Семенова, О.Г. Смоляниновой, М.А. Сурхаева, А.Н. Тихонова, А.Ю. Уварова, Е.К. Хеннера и др. [1-9, 11, 12, 14-23, 27, 37, 58, 80, 115, 118, 132, 134].

В современной школе разнообразные средства информационных технологий применяются при обучении различным дисциплинам. Примерами средств информатизации образования являются физические симуляторы при изучении устаревших приспособлений на уроках истории, презентации и виртуальные архивы на уроках обществознания и безопасности жизнедеятельности, 3D-модели на уроках биологии, системы автоматизированного проектирования на уроках черчения и труда. В этих случаях школьники обучаются с помощью средств информационных технологий, но при этом сами информационные технологии, такие, например, как технология работы со звуком (если говорить точно, то средства этих технологий), выступают лишь в роли инструментария.

По сравнению с другими школьными предметами общеобразовательный курс информатики обладает особым свойством – информационные технологии выступают в роли не только средств обучения,

но и в роли объекта изучения. Как уже отмечалось, на уроках информатики школьники изучают непосредственно информационные технологии, используя для этого средства информационных технологий. Аналогично информационным технологиям «двойственную роль» по отношению к школьному курсу информатики играет компьютерная техника. Такая техника выступает и в качестве средства обучения (учащиеся применяют компьютеры для обучения), и в качестве объекта изучения (учащиеся изучают сам компьютер – его аппаратное и программное обеспечение).

Обучение информационным технологиям, их рациональному применению для решения учебных и практических задач для подготовки к непрерывному самообразованию является важной составляющей содержания школьного курса информатики и имеет большое значение для школьного образования в целом [104, 90]. В то же время рассмотрение данных вопросов в школьном курсе информатики в процессе его становления было различным.

В нашей стране обучение информационным технологиям, в первоначальных условиях лишь технологии программирования, началось практически одновременно с зарождения информатики [62] (по-другому кибернетики, computer science [41]) как науки, когда были опубликованы труды Н. Винера, Д. Наймана, К. Шеннона (середина XX века) [42, 43]. Экспериментальная работа по обучению школьников программированию под руководством А.П. Ершова, С.И. Шварцбурда и др. [63, 137] (конец 50-х годов XX века) показала возможность и необходимость такой деятельности. Несколько позже В.С. Леднев [97] и А.А. Кузнецов [99] (60–70-е годы XX века) обосновали общеобразовательную и мировоззренческую значимость овладения школьниками информатики (кибернетики) и включения ее в содержание общего среднего образования как отдельного предмета. Такого же мнения придерживались академики Е.П. Велихов, А.П. Ершов, В.А. Мельников, Н.Н. Красовский, Б.Н. Наумов. Кроме того, А.П. Ершовым, Г.А. Звенигородским, Ю.А. Первиным [64] (конец 70-х годов XX века) были описаны значимые и сегодня основные общеобразовательные умения в сфере

информатики, в числе которых выделяют умение взаимодействовать с компьютерами для решения задач из разных сфер деятельности члена современного общества. Указанное умение, напрямую относящееся к области информационных технологий, необходимо каждому человеку, и его формирование предполагалось именно в школьном курсе информатики.

Возможность введения основ информатики и вычислительной техники во все средние школы страны появилась благодаря реформе общеобразовательной школы (1984 год) [107], одним из направлений которой являлось обеспечение всеобщей компьютерной грамотности молодежи, что рассматривалось как важнейший фактор повышения уровня изучения естественнонаучных дисциплин и ускорения научно-технического прогресса в стране. Для решения указанных задач в 1985 году в учебный план старшей школы была введена новая учебная дисциплина «Основы информатики и вычислительной техники» (сокращённо - ОИВТ), которая, видоизменяясь, преподаётся и сегодня. В связи с недостаточным обеспечением большинства советских школ необходимой техники в качестве временной меры предусматривалась возможность преподавания этого курса в «безмашинном» варианте, что противоречило самой идее его введения. Кроме того, несмотря на трактовку ведущими советскими учеными роли курса информатики для общеобразовательной подготовки учащихся, ключевой акцент делался на понимании аспектов функционирования компьютерной техники и умении разрабатывать для такой техники относительно несложные алгоритмы и программы.

По мере появления в средних школах компьютерной техники и поставки программного обеспечения, позволяющего оперировать с этой техникой не только при помощи инструментов программирования (конец 80-х, начало 90-х годов XX века), начала решаться задача обеспечения компьютерной грамотности учащихся, включающая в себя выработку представления о преимуществах использования компьютеров и умений работать с ними при выполнении заданий из различных областей деятельности

человека. Такая задача решалась, в том числе, благодаря школьным учебникам по информатике В.А. Каймина [68], А.Г. Кушниренко [83] и А.Г. Гейна [52]. В этот же период времени была осознана необходимость уменьшения возраста школьников, начинающих обучаться ОИВТ, что позволило бы им систематически применять приобретенные знания и умения общеобразовательного характера, в том числе в сфере информационных технологий, для изучения различных школьных дисциплин.

В связи с этим в 1995 году было принято решение о переходе на трехэтапное обучение информатике [106]:

- пропедевтический этап (1-4 классы) – формирование элементов информационной культуры школьников;
- базовый этап (7-9 классы) – обеспечение минимального уровня подготовки школьников по информатике;
- профильный этап (10-11 классы) – обеспечение предпрофессиональной подготовки по информатике [130].

Наряду с этим был принят новый подход к обучению информатике: вместо прикладных задач формирования компьютерной грамотности овладение школьниками фундаментальных основ информатики и формированию у них информационной культуры [91]. Кроме того, были выделены содержательно-методические линии общеобразовательного курса информатики, среди которых была предусмотрена содержательно-методическая линия «Информационные технологии».

Практически в это же время (1996 г.) был предложен подход к обучению информатике как общеобразовательной дисциплине, имеющей значительную фундаментальную составляющую, а также раскрыта структура предметной области информатики, одним из элементов которой являлись информационные технологии [24, 109].

Массовое распространение средств информационных технологий в разных сферах деятельности человека (вторая половина 90-х годов XX века), интерес родителей и школьников к обучению практическим умениям

использования средств информатизации послужили причиной для смещения акцента в содержании обучения информатике в школе с подготовки в области программирования к обучению информационным технологиям и особенностям их применения. Значение, уделяемое формированию знаний и умений в области информационных технологий, подчеркивалось и в самом названии учебной дисциплины, которая стала именоваться «Информатика и информационные технологии». Если школьные учебники ОИВТ включали в себя только описания прикладных компьютерных программных средств, то учебная литература этого периода расставляла акценты на аспектах использования конкретного программного обеспечения [58]. К сожалению, расстановка акцента на активную подготовку в области информационных технологий послужила причиной для многих изменений содержания курса информатики, из которого последовательно удалялись различные аспекты фундаментального характера. Их место занимали прикладные вопросы, связанные с работой с компьютерной техникой. Такая тенденция привела к появлению мнений о возможности исключения информатике из школьной программы с возможностью распределения соответствующей подготовки между предметными областями технологии и математики [56, 82].

Наряду с недостаточностью осмысления значимости курса информатики как общеобразовательного предмета предложения об отказе от его нахождения в учебном плане подготовки школьников были связаны с характерными в то время для страны проблемами экономического характера и недостаточной развитости материальной базы. Сюда же добавлялись проблемы в сфере информатизации образования и не реализации в полном объеме программ по внедрению компьютерной техники в школы, дефициту компетентных специалистов в области преподавания информатики в школе и информатизации школьного образования, склонности к копированию зарубежного опыта без учета собственных наработок и традиций отечественной системы образования. В то же время формировалось понимание того, что реализация на практике лишь идей, связанных с

обучением алгоритмизации и программированию, и более детальное изучение информационных технологий не имеют перспектив для развития. Бесконечное углубление в направлении изучения только лишь технологических и прикладных аспектов невозможно, поскольку оно рано или поздно сталкивается с проблемами, обусловленными недостаточностью у школьников фундаментальных знаний в области научных основ информатики. В связи с этим требовалось совершенствование подходов к обучению этой школьной дисциплине в направлении выделения её общеобразовательной составляющей и предоставления учащимся возможности ознакомления с её научной и теоретической базой.

В работах В.С. Леднева и А.А. Кузнецова [77, 98] убедительно доказывается, что в составе общего школьного образования должен присутствовать самостоятельный общеобразовательный курс, направленный на приобретение школьниками системных знаний об информационных процессах, единстве природы информации, специфике информации и информационных процессов, характерных для живой и неживой природы и, конечно же, о специфике информационной деятельности и новейших информационных технологиях, нацеленных на автоматизацию информационных процессов [80].

Очевидно, что сказанное выше, относится к общеобразовательному курсу информатики, который является базовым компонентом общего образования. В содержание образования он должен включаться двойственно: в качестве отдельного учебного предмета и в качестве обучения информационным технологиям в рамках обучения другим дисциплинам. Говоря другими словами, курс информатики должен быть направлен на приобретение школьниками знаний, умений и навыков из области оперирования информацией, подходов к автоматизации информационных процессов, оперирования современными информационными и телекоммуникационными технологиями. При этом умения и навыки, выработанные в области взаимодействия с такими технологиями, могут и

должны использоваться при обучении другим школьным дисциплинам для повышения эффективности такой подготовки [86, 102]. Этот вывод важен с точки зрения предмета настоящего исследования, поскольку возможности рассмотрения технологии и инструментария дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения лежат в русле такого подхода к трактовке специфики информатики как учебной дисциплины [92].

Как видно из истории становления общеобразовательного курса информатики, всегда было противостояние фундаментального, научного подхода и прагматического, информационно-технологического. Найти баланс между двумя составляющими достаточно проблематично.

Важность фундаментализации и инвариантности обучения информационным технологиям приобрела более выпуклый и очевидный характер в последнее время, когда поколения средств информатизации сменяют друг друга столь быстро, что знания и умения в области применения отдельных версий этих технологий, приобретаемые при освоении школьного курса информатики, утрачивают свою значимость и достаточно быстро становятся невостребованными. В этой связи очевидно, что в условиях постоянного появления новых средств информационных технологий эффективность подготовки членов общества к применению в своей деятельности разных средств информатизации во многом зависит от степени сформированности у людей обобщенных способов информационной деятельности [70, 108].

В то же время объединение теоретических основ информатики, специфики функционирования и подходов к применению информационных технологий все еще не является сущностной особенностью общеобразовательного курса информатики. Фундаментальные подходы к обучению информатике и подготовка в области информационных технологий, практика применения средств информатизации все еще, во многом, не являются взаимосвязанными. Этот важный фактор необходимо учитывать в

рамках любых исследований в области расширения содержания и спектра средств обучения информатике в школе.

Вообще говоря, недостаточная инвариантность содержания обучения и внутрипредметная разобщенность – это проблемы, характерные для школьного курса информатики, которые проявились сейчас наиболее ярко применительно к обучению информационным технологиям. Чаще всего школьников обучают не самим информационным технологиям, а только лишь соответствующим конкретным средствам. В лучшем случае, обучение происходит тем или иным технологиям применения таких средств. При таком подходе учащиеся знают, как работать только с определенными версиями средств информационных технологий, и быстро обучиться работе с другими средствами тех же технологий будет представлять для них существенную проблему.

Для устранения таких проблем необходимо обучать информационным технологиям в курсе информатики на основе выделения инвариантной части (научные основы информационных технологий) и вариативной части (знания и умения в области оперирования определенными версиями средств информационных технологий). При этом подобная вариативная часть могла бы лечь в основу содержания лабораторных и практических занятий по общеобразовательному курсу информатики.

Следует отметить, что обучение любым информационным технологиям, включая и рассматриваемую технологию дополненной реальности, не может происходить в рамках только лишь одного конкретного раздела курса информатики, в том числе и при условии специальной тематической ориентации этого раздела на рассмотрение соответствующих тем и вопросов. Основные понятия и способы деятельности в данной области, а также представления об информационных технологиях необходимо вводить, расширять и углублять на протяжении целого курса, в его разных частях. За счет этого должна быть выстроена единая цельная содержательно-



методическая линия «Информационные технологии». Очевидно, что обучение технологии дополненной реальности должно являться частью такой линии.

Способность школьников применять средства информационных технологий при обучении другим учебным дисциплинам во-многом зависит от уровня сформированности у учащихся знаний, умений и навыков, приобретенных при изучении содержательно-методической линии «Информационные технологии». Использование учащимися средств информационных технологий при обучении разным учебным дисциплинам может быть недостаточно эффективным, если школьники все еще не обладают соответствующим уровнем знаний, умений и навыков. Например, если учащийся недостаточно освоил технологии работы с презентационным процессором, то такой школьник не сможет создать и представить достаточно качественную презентацию для доклада по изучаемой дисциплине.

Неслучайно в нормативных документах уделяется большое внимание обучению школьников информационным технологиям в рамках курса информатики. Так, Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (2010 г.), согласно которому в основной школе информатика является обязательным учебным предметом, устанавливает, что предметные результаты изучения предметной области «Математика и информатика» должны отражать, в том числе, развитие умений применять различные методы для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин с использованием компьютера; развитие основных навыков и умений использования компьютерных устройств; формирование умения выбирать способ представления данных в соответствии с поставленной задачей – таблицы, схемы, графики, диаграммы с использованием соответствующих программных средств обработки данных; формирование навыков и умений безопасного и целесообразного поведения при работе с компьютерными программами и в сети Интернет [133].

В соответствии с Примерной основной образовательной программой основного общего образования (2015 г.) в рамках предмета «Информатика» [114] выпускник:

- научиться систематизировать средства информационных и коммуникационных технологий в соответствии с выполняемыми задачами, использовать динамические (электронные) таблицы, использовать реляционные (табличные) базы данных, проводить поиск информации в сети Интернет;

- овладеет навыками работы с компьютером, умениями оперирования с разными видами сервисов сети Интернет и программных систем (текстовые редакторы, файловые менеджеры, браузеры, электронные таблицы, словари, поисковые системы, цифровые энциклопедии), разными формами представления данных (диаграммы, таблицы, графики и т.д.), познакомится с программными средствами для оперирования с аудиовизуальными данными;

- получит возможность подходить осознано к выбору средств информационных и коммуникационных технологий для достижения собственных учебных и иных целей, практиковаться в применении основных видов прикладного программного обеспечения (электронные таблицы, редакторы текстов, браузеры и др.), познакомиться с принципами работы сети Интернет и сетевого межкомпьютерного взаимодействия, с технологиями поиска в сети Интернет; познакомиться с примерами применения информационных и коммуникационных технологий в современном мире.

В Примерной основной образовательной программе основного общего образования в рамках предмета «Информатика» отражено следующее содержание: подготовка текстов и демонстрационных материалов (компьютерные презентации, графические редакторы, компьютерное проектирование); электронные (динамические) таблицы; работа в информационном пространстве (информационно-коммуникационные технологии); базы данных (поиск информации).

Важно подчеркнуть, что идея о расширении содержания обучения информатике за счёт включения технологий дополненной реальности в качестве объекта изучения соответствует тематическому распределению, задаваемому этими и другими нормативными документами.

Кроме того, обоснование необходимости и описание особенностей обучения информационным технологиям в курсе информатики основной школы можно найти в работах И.Н. Антипова, С.А. Бешенкова, Л.Л. Босовой, Е.П. Велихова, А.Г. Гейна, А.П. Ершова, В.Г. Житомирского, Т.Б. Захаровой, Г.А. Звенигородского, В.А. Каймина, К.К. Колина, А.А. Кузнецова, А.Г. Кушниренко, М.П. Лапчика, Г.В. Лебедева, И.В. Левченко, В.С. Леднева, Б.Н. Наумова, Ю.А. Первина, Д.А. Поспелова, Т.Н. Суворовой, Е.К. Хеннера, С.И. Шварцбурда и др. [10, 25, 26, 51, 65, 69, 74, 79, 84-92, 94-99, 134-137].

Благодаря теоретическим и практическим результатам, полученным в указанных исследованиях, появилась возможность для формирования учебного и методического обеспечения информатики как учебного предмета, нацеленного на подготовку учащихся к применению методов информатики и средств информатизации при обучении другим школьным предметам и в предстоящей профессиональной деятельности. Эти и другие исследования позволяют развивать стратегию формирования содержания, методов и форм организации обучения информатике в школе, также и из-за внедрения проблемного обучения в школьные уроки информатики, развивающего мышление школьников в рамках нахождения ответов на возникающие затруднения и противоречия.

При этом немаловажной является проблема формирования содержания обучения, которое было бы в состоянии подготавливать обучающихся к оперированию не только с современными технологиями, но и с будущими новациями. Соответствующий подход будет способствовать включению самых новых технологий в образовательный процесс, повседневную жизнь школьников, повышению эффективности подготовки по разным учебным предметам, включая и информатику. Среди информационных технологий

следующего поколения можно выделить технологии для взаимодействия с мультимедиа ресурсами. В первую очередь, это новые способы взаимодействия с виртуальными объектами, в том числе и с помощью такой технологии, как технология дополненной реальности.

Анализ современных нормативных и рекомендательных документов в области общего образования, а также школьных учебников информатики (авторов Л.Л. Босовой, Ю.А. Быкадорова, Л.А. Залоговой, С.В. Русаковой, И.Г. Семакина, Н.Д. Угриновича, Л.В. Шестаковой и др.) [31-35, 38, 39, 55, 66, 71, 78, 81, 93, 101, 110-113, 122, 123, 127-131, 133] показал, что в данных учебниках отсутствует учебно-методический материал по обучению дополненной реальности, а также отсутствуют задания, для выполнения которых применялась бы данная технология.

Для определения возможности обучения и использования технологии дополненной реальности в школьном курсе информатики необходимо остановиться на рассмотрении технологических основ технологии дополненной реальности и особенностей ее применения в деятельности человека.

## **1.2. Технология дополненной реальности как информационная технология**

Технология дополненной реальности еще не получила широкого распространения в образовании, в целом, и в обучении информатике, в частности. Для разработки методики обучения и использования таких средств необходимо предварительно более подробно рассмотреть сущность и специфику исследуемой технологии.

На сегодняшний день не существует исследований и, в частности, диссертаций, которые были бы посвящены изучению специфики дополненной реальности с точки зрения ее последующего использования в образовании. В

то же время прообразом технологии дополненной реальности принято считать технологию виртуальной реальности.

С философской стороны виртуальная реальность была подробно рассмотрена в докторской диссертации М.Ю. Опенкова, показавшего диалектику развития этой компьютерной технологии и аспекты ее влияния на общественное развитие. Согласно его выводам виртуальная реальность и ее производные, к которым можно относить и дополненную реальность, обладают существенным потенциалом для развития общественных отношений и сферы образования [105].

Обе эти технологии и соответствующие им средства имеют много общего. Обе технологии формируют определенное интерактивное информационное поле. При этом первая технология в максимальной степени отдаляет человека от реальных объектов и процессов, а вторая, наоборот, основывается на взаимодействии с ними. Виртуальная реальность (Virtual Reality) отличается от дополненной реальности (Augmented Reality) за счёт разницы в соотношении объектов, формируемых при помощи компьютерной техники, и взаимодействии с окружающей средой. Виртуальная реальность является контекстно независимой (относительно независимой от реальных объектов, процессов и явлений), ее сфера применения является более узкой.

Использование термина «дополненная реальность» в рамках настоящего исследования и конструируемой методической системы обучения школьников информатике требует четкого определения данного понятия. При этом для указанного термина на сегодняшний день нет единого, универсального, исчерпывающего или общепринятого определения. Так, например, для обозначения этой же технологии часто используют и другое название: «расширенная реальность».

Термин «дополненная реальность» был впервые предложен Т.П. Коделом, сотрудником американской компании Boeing в 1992 году [144, 145]. Т.П. Кодел так назвал работающие на основе специального программного обеспечения компьютер и его монитор, прикрепленный к

голове человека. Подобное средство давало сотрудникам компании возможность осуществлять монтаж электрической проводки в самолетах.

Часто используемое в настоящее время словосочетание «Augmented Reality» состоит из двух слов. Первое из них (согласно англо-русскому словарю системы Google) – «Augmented» означает расширенный, увеличенный, дополненный. В свою очередь, «Reality» можно переводить, как действительность, реальность. Поскольку дословный перевод на русский язык этого сочетания слов не может передать точное значение обсуждаемого термина, то до сих пор остаётся актуальной проблема корректности трактовки словосочетания «дополненная реальность».

Эти промежуточные выводы свидетельствуют о необходимости более чёткого формулирования соответствующих определений в рамках настоящего исследования с учётом его последующего включения в содержание обучения школьников информатике. В этой части исследования для обсуждения специфики устройства и функционирования соответствующих средств будем использовать одно из существующих определений «дополненной реальности» как «...среды с прямым или косвенным дополнением реального (физического) мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи компьютерной техники и программного обеспечения» [141].

Типовая система дополненной реальности выглядит следующим образом: компьютер при помощи видеокамеры анализирует окружающее пространство, система пытается найти знакомые ей объекты реального мира. Для простоты технической реализации объекты зачастую специально выделяют контрастным рисунком, который называют маркером. После того, как система распознала физический объект, она выводит на экран компьютера определенную цифровую информацию (виртуальный объект), как правило, это 3D-модель, которая «накладывается» на объект реального мира. Система «привязывает» виртуальный объект к реальному объекту и при физическом взаимодействии с реальным объектом (например, при его вращении или перемещении), пользователь взаимодействует сразу же и с виртуальным

объектом (он также вращается или перемещается) [146-149]. При этом у пользователя, смотрящего на экран компьютера, создается ощущение, что виртуальный объект существует в реальном мире. Пример совмещения реального и виртуального объектов в виде объекта дополненной реальности отражен на Рисунке 1.

В приведенном описании присутствуют термины «реальный объект» и «виртуальный объект», для которых также не существует устоявшихся определений. Указанные понятия многозначны, а их трактовка зависит от области использования.

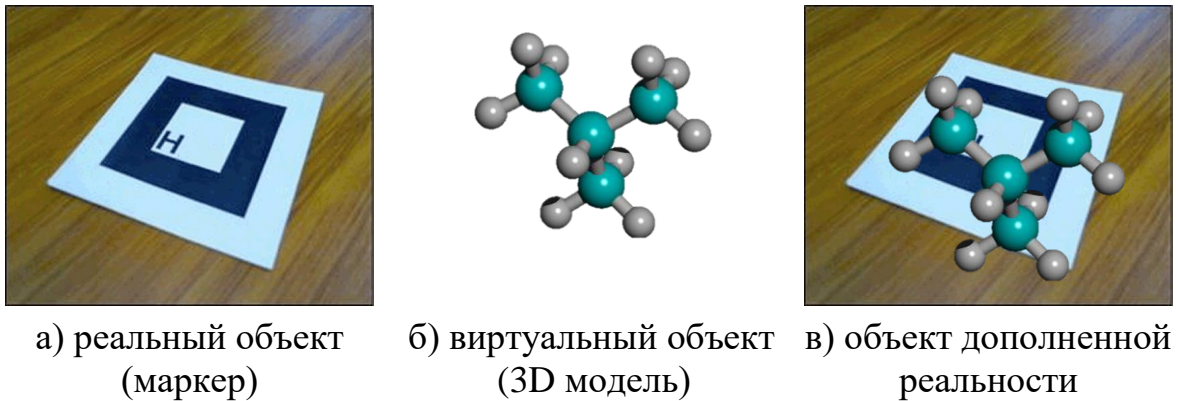


Рисунок 1 – Совмещение реального и виртуального объектов в виде объекта дополненной реальности

Виртуальность (от лат. *virtualis* – возможный) – реально не существующие состояния или объекты, которые могут возникнуть при наличии определенных условий. При реализации разных подходов к обеспечению виртуальности такие условия обеспечиваются за счёт разных подходов и инструментов. В некоторых случаях (так называемая онтологическая трактовка) виртуальность трактуется как определённое возможное состояние бытия, в котором имеется некоторое активное начало, а также особые условия для появления некоторых состояний и событий.

Информационные и телекоммуникационные технологии оказали решающее влияние на появление ещё одного способа трактовки и реализации виртуальности. Средства таких технологий дают человеку возможность ощущать себя в виртуальной реальности, в которой он не будет отличать события и объекты реального и виртуального миров. Восприятие виртуальной реальности целиком зависит от специфики сознания человека. За счёт этого виртуальный мир существенно отличается от мира и ощущений повседневной жизни человека. «Исследование различных типов виртуальных реальностей и переходов между ними выдвигает новые проблемы перед философией, относящиеся к установлению критериев различия между разными типами реальности, их роли в познавательной и практической деятельности, взаимосвязи виртуальности с категорией возможности, объяснения в целом. В связи с этим особое значение приобретают проблемы внутренней активности материи и роль телеологических принципов в развитии мира» [126].

В приведенном выше описании представляет интерес особенность, связанная с определением виртуальности в технической области. Вместо определения «виртуальности» дается определение «виртуальной реальности». Это свидетельствует о том, что тема недостаточно исследована и терминологический аппарат еще не сформирован окончательно.

Можно сделать предварительные выводы и предположения о причинах того, почему столь актуальная на сегодня тематика и терминологический аппарат не являются при этом достаточно развитыми. Технология дополненной реальности, очевидно, имеет существенный потенциал с точки зрения расширения сфер применения компьютерной техники, но для её значимого применения нужны относительно существенные мощности компьютеров, качественные устройства ввода и вывода, компактность, специфические системы для автономности. Возникает относительно новая потребность в наличии эффективных компьютерных программ для распознавания визуальных объектов и процессов, увязывания компьютерных моделей с объектами реального мира. По мере развития технологий



появляется все большее количество компьютерных систем, которые соответствуют таким требованиям [151-153, 156-158].

К сожалению, на сегодняшний день фундаментальные основы применимости технологии дополненной реальности изучены недостаточно. Для российских разработчиков проблемой является отсутствие соответствующей литературы и источников на русском языке. Однако, несколько значимых для настоящего исследования определений можно увидеть, например, в работах А.С. Конушина и В.Р. Роганова [76, 117].

«Расширенная реальность – интерфейс пользователя, который позволяет встраивать в видеопоток синтетические объекты с учетом ракурса съемки в реальном времени».

«Системы расширенной реальности – это оптико-аппаратно-программные комплексы, позволяющие создавать вокруг человека визуально наблюдаемое трехмерное пространство с качеством, достаточным для тренировки глазомера, или для перемещения в таком пространстве реального инструмента при выполнении сложных операций».

Словосочетание «расширенная реальность» встречается в литературе относительно редко. Кроме того, чаще появляются публикации различных учёных, посвящённых именно системам виртуальной реальности.

В иностранных популярных и научных источниках технология дополненной реальности освещается существенно больше. При этом большинство из таких работ определяет дополненную реальность, скорее, как некоторую физическую реализацию, не понимая под этим термином некоторую новую «идею» или подход [157, 158].

Так, в частности, в одной из своих первых и значимых публикаций в этой сфере П. Милграм и А. Кишино пишут, что проведённое ими исследование нужно приписывать, по большей мере, к мониторам как к средствам вывода [150]. Публикуемые этими учёными определения и классификации опираются на технические особенности создания и работы изучаемых средств. В их статьях термин «дополненная реальность» считается

компонентом «смешанной реальности» (Mixed Reality), стоящей ближе к реальному миру. В связи с тем, что англоязычный термин *mixed* не имеет однозначного соответствия словам русского языка, в статьях можно увидеть такие термины, как «гибридная реальность» и «комбинированная реальность».

П. Милграм и А. Кишино вводят понятие континуума «реальность-виртуальность», называемого континуумом Милграма (Milgram's Reality-Virtuality Continuum), изображенного на Рисунке 2.



Рисунок 2 – Континуум Милграма («реальность-виртуальность»)

Как видно из рисунка, при таком подходе нет четкого фиксация, где именно проходят границы между разными видами реальности. Континуум содержит в себе нижеследующие элементы.

1. *Реальное окружение* (Real Environment, RE), состоит полностью из объектов реального мира, при этом сведения о них человеку получает без посредников. Также авторы вносят в данное определение обзор через некоторое «окно», в роли которого может выступать телевизор или экран компьютера. Например, видеофрагмент, просматриваемый при помощи компьютера, предлагается считать реальным окружением. Следует подчеркнуть, что такого рода объекты являются сейчас одними из самых

распространенных средств обучения различным школьным дисциплинам, используемых в качестве дополнения традиционных учебников и пособий.

2. *Дополненная реальность* (Augmented Reality, AR) – технология, при которой человек смотрит через прозрачный дисплей на реальный мир, при этом на прозрачном дисплее отображаются некоторые виртуальные объекты. Такая система «знает» лишь ограниченное количество свойств рабочего объекта. Например, у системы есть информация о том, где должен находиться объект, но система не обладает информацией о том, как объект выглядит: так может работать система навигации. Возможно, наоборот, система обладает информацией о том, как должен выглядеть объект, но где он находится системе не известно. В данном случае реальный объект должен служить «маркером» для «привязки» виртуального объекта к реальному окружению, что снижает неопределенность модели. Примером реализации такой технологии являются система и объекты, изображенные на Рисунке 1 – система обладает информацией о том, как выглядит модель молекулы, но не «знает», где его необходимо отобразить, а реальный маркер, лежащий на столе, ликвидирует такую неопределенность. Различное комбинирование свойств позволяет решать широкий круг задач. В данном контексте П. Милграм и А. Кишино определили дополненную реальность как «augmenting natural feedback to the operator with simulated cues». Перевести данное определение на русский язык достаточно сложно, так как значения слов не совпадают, особенно в технической отрасли. Можно предложить следующий перевод, максимально сохраняющий смысл оригинального определения, – «дополненная реальность – результат добавления мнимых объектов, воспринимаемых в качестве элементов реального мира». Важно подчеркнуть, что подобные средства и технологии до сих пор не применяются в отечественном школьном образовании.

3. *Дополненную виртуальность* (Augmented Virtuality, AV) выделить наиболее сложно. Указанные выше авторы определяют дополненную виртуальность как среду, в которой к виртуальной реальности добавляются

реальные объекты. При этом воздействие на человека может осуществляться только через экран компьютера (зрение), с воздействием на другие органы чувств (слух, обоняние, положение в пространстве, тактильные ощущения, ощущения температуры, чувство ускорения), либо в различных сочетаниях. Примером таких технологий является среда виртуальной реальности, в которой человек может манипулировать виртуальными объектами как настоящими: например, с помощью движения своих рук либо, когда в виртуальную среду можно «добавить» реальный объект, и при этом он будет взаимодействовать с виртуальными объектами.

4. *Виртуальная реальность или виртуальная среда (Virtual Reality / Virtual Environment, VR)* – самодостаточная среда, в которой все необходимые свойства присутствуют у всех объектов. При этом в технологии виртуальной реальности применяются непрозрачные дисплеи. В виртуальной реальности возможно несоблюдение законов реального мира.

5. *Смешанная реальность (Mixed Reality, MR)* за исключением реального окружения и самодостаточной виртуальной реальности полностью содержит пространство «виртуальность-реальность». Смешанная реальность включает дополненную реальность и дополненную виртуальность.

Следует подчеркнуть, что подобная градация порождает проблему существования некоторого «зазора» между дополненной виртуальностью и дополненной реальностью. При этом такой «зазор» трудно сопоставить с определенным понятием.

П. Милграм и А. Кишино рассматривают два аспекта «соприкосновения» реального и виртуального окружения:

– информация приобретена по большей части из мира реального с включением объектов виртуального мира;

– информация с самого начала оформлена в виде моделей и в дальнейшем расширена за счёт объектов реального мира, не являющихся моделями).

Подобные технологии и их изучение свидетельствуют о наличии существенной проблемы. Необходима выработка новых способов для выявления соотношений виртуальных и реальных процессов и объектов. Неясны критерии для определения состояний, когда реальные объекты преобладают над виртуальными, и наоборот. Относительно несложной задачей является определение преобладающих реальных и виртуальных объектов для систем, расстояние между которыми велико в континууме Милграма. Однако для средней части континуума критерии не такие чёткие, и проводить соответствующие различия гораздо труднее.

Для ликвидации приведённой проблемы может быть применён подход комбинирования и выделения виртуальных и реальных объектов и процессов. В научных трудах можно встретить несколько основных оснований для выявления различий [143, 154]:

- реальность (Reality) – параметр, отражающий объёмы и соотношения «реальной» и «виртуальной» информации (как правило, информация реальная, в которую добавлена информация виртуальная или, в основном, виртуальная информация, в которую включены объекты реального мира);

- погружение (Immersion) – значение, показывающее уровень «переплетения» реального и виртуального окружения (как тесно человек взаимодействует с системой);

- «непосредственность», «прямота» или «прямолинейность» (Directness) – значение, отражающее, насколько реальные объекты показываются «как есть в реальном мире» (степень реалистичности), или насколько такие объекты перед отображением прошли определенную обработку при помощи компьютерных технологий.

Уже на этом этапе исследования можно отметить, что подобные параметры и выводы представляют отдельный интерес и, в дальнейшем, могли бы войти в содержание обучения аспектам создания и использования средств дополненной реальности в рамках содержательно-методической линии «Информационные технологии» курса информатики.

Сюда же можно добавить и то, что большинство дискуссий, имеющих место в научной и популярной литературе о виртуальности и реальности, оперирует качеством и реализмом отображения виртуальных объектов на устройствах вывода компьютерной техники. Исследователи рассматривают и обсуждают, какие качества делают виртуальный объект более «реальным» в представлении наблюдателя.

Для повышения качества виртуальных объектов при эмуляции реальных объектов, важно точно воспроизвести как можно больше значимых свойств реального объекта. Из этого фактора следует еще один подход к классификации, который отражает степень знаний о мире (Extent of World Knowledge). В данном подходе под словом «знания» необходимо понимать количество информации о реальном мире, доступной компьютерному устройству. Существует следующее определение степени знания о мире. Под ним предлагается понимать степень фактического знания об объектах и мире, которое может быть отображено в системе [40].

Для использования в рамках исследования и последующего включения в систему обучения информатике необходима выработка подхода к трактовке понятия «дополненная реальность». Выработать такой подход можно на основе анализа и сравнения существующих определений. Наряду с ранее приведенными существуют и другие определения понятия «дополненная реальность», содержащиеся в зарубежных публикациях.

По мнению М. Юаня, С. Онга и А. Ни дополненная реальность – это видимая модификация окружающего пространства, полученная с помощью внедрения информационных объектов, таких как графические и мультимедиа объекты, смоделированные с помощью компьютера [159, 160].

М. Сариро определяет систему дополненной реальности как систему, предоставляющую возможность заполнения реального физического пространства 3D-моделями, текстом, изображениями и другими виртуальными объектами реалистичным образом на экране компьютера [154].

Р. Азума называет дополненную реальность системой, позволяющей совмещать виртуальные объекты с реальными и способной взаимодействовать в реальном времени, а также функционирующей в 3D-режиме [143].

Из приведённых определений можно увидеть, что специалисты, описывая дополненную реальность, принимают во внимание особенности её технической реализации, а не её специфику и сущность. Такой подход не позволяет использовать эти или аналогичные им определения при развитии содержания школьного курса информатики, ориентированного, в том числе, и на знакомство школьников с инвариантными и фундаментальными подходами к работе с информацией и информационными процессами.

В то же время, выделив значимые особенности дополненной реальности, можно предпринять попытку сформулировать более фундаментальное и инвариантное относительно смены технологий определение требуемого понятия. Создавая такие определения можно придерживаться двух относительно разных подходов.

В рамках первого подхода результатом дополнения реальности является реальность. Дополненная реальность является результатом добавления зависящих от контекста объектов виртуального мира в область чувственного восприятия человека. Результат, получаемый при этом, считается дополненной реальностью, которая не может рассматриваться вне реального мира, окружающего человека в настоящий момент времени.

В рамках второго подхода во внимание принимаются только объекты виртуального мира, хоть и связанные с реальными объектами, но трактующиеся «дополненной реальностью» вне реального мира, окружающего человека в настоящее время. Такой подход приближен к деталям физической реализации. Указанное определение задаёт функционал технических средств дополненной реальности. В таком случае технология дополненной реальности, по сути, является совокупностью аппаратного и программного компьютерного обеспечения, обеспечивающего дополнение реальности, а дополненная реальность рассматривается как совокупность

контекстно-зависимых объектов и процессов виртуального мира, включённых в область чувственного восприятия человека.

Не следует забывать, что понятие «смешанная реальность» включает в себя понятия «виртуальная реальность» и «дополненная реальность». Это даёт возможность распространять характерные свойства виртуальной реальности на реальность дополненную.

При этом опыт применения и ранее проведённые исследования позволяют считать «виртуальную реальность» более известным и изученным понятием (в том числе и в большей степени применяемым в образовании). Возникает возможность проведения параллелей между этими двумя технологиями. При таком подходе технология дополненной реальности может трактоваться как технология «дополнения» реальных объектов объектами виртуальными.

Вне зависимости от способов реализации виртуальной реальности, Н.А. Носов выделяет несколько основных характеристик для данной технологии [119]:

- порожденность (виртуальная реальность порождается реальностью, внешней по отношению к ней);
- актуальность (имеет место в момент наблюдения, в настоящий момент и в данном месте);
- автономность (обладает своими законами времени, бытия и пространства);
- интерактивность (обладает возможностью взаимодействия с другими реальностями, являясь при этом независимой).

Из этого перечня видно, что характеристики виртуальной реальности могут быть перенесены на дополненную реальность. Единственное свойство, которое может быть не согласовано с определением, это автономность, поскольку виртуальные объекты обладают относительно большой автономностью, однако они все равно зависят от объектов реального мира, а значит, и, например, от законов физики.



Налицо многозначность трактовки термина «дополненная реальность» и неоднозначность локализации этого словосочетания в разных языках. По мере решения тех или иных технологических проблем будет расширена область практического использования дополненной реальности. Актуальность изучения способов определения термина «дополненная реальность» будет только возрастать.

Учитывая смысл, вложенный авторами в указанные выше определения, и применяя терминологию, доступную для понимания школьников, в рамках настоящего исследования были разработаны нижеследующие авторские определения понятий «технология дополненной реальности» и «средства дополненной реальности». Эти определения предлагается использовать в качестве основных, как в рамках дальнейшего исследования, так и в рамках формирования содержания обучения школьников технологии дополненной реальности в курсе информатики.

*Технология дополненной реальности* – совокупность способов и средств, позволяющих создавать для человека видимое трёхмерное пространство, в котором контекстно-зависимые виртуальные объекты дополняют реальное пространство, окружающее человека в настоящий момент времени, изменяются при изменении реального окружения или ракурса наблюдения, за счёт чего воспринимаются в качестве элементов реального пространства.

Виртуальными объектами в рамках технологии дополненной реальности могут являться созданные и визуализируемые при помощи компьютерной техники текстовые, аудио- и видеофрагменты, графические и фотографические изображения, модели реальных или вымышленных объектов, в том числе процессов.

Все современные *средства технологии дополненной реальности (средства дополненной реальности)* являются совокупностью аппаратного и программного компьютерного обеспечения, функционирующего в режиме реального времени, дополняющего контекстно-зависимыми виртуальными

объектами реальное пространство, окружающее человека изменяющимися при изменении реального окружения или ракурса наблюдения.

Собрав воедино различные трактовки понятия «технология дополненной реальности» и сформулировав новое определение, целесообразно проследить историю возникновения данной технологии и существующие области ее применения. Это необходимо, в том числе, и для более четкого понимания особенностей и возможностей применения технологии дополненной реальности в образовании, в том числе обучении информатике.

Впервые технология дополненной реальности нашла массовое применение в военной сфере: на вертолетах и самолетах, применяемых для решения боевых задач, используется вывод информации на лобовое стекло или стекло шлема пилота. Такая индикация дает пилоту возможность получать важную информацию непосредственно на фоне наблюдаемой обстановки. В этом случае взгляд пилота не отвлекается на приборные панели. Это, в частности, позволяет пилоту во время маневренного воздушного боя сэкономить драгоценное время. Большинство систем такого типа обладают возможностью контекстного выделения поражаемой цели на основании поворота головы или движения глаз.

Наряду с этим существуют технологии дополненной реальности, помогающие специалистам в ходе типового ремонта сложных технических средств, таких как автомобили или самолеты. Смысл использования технологии дополненной реальности в данном случае сводится к своевременной демонстрации работнику нужной интерактивной инструкции, которая отображается непосредственно на объекте ремонта. Например, нужная деталь автомобиля или самолета выделяется цветом, при этом происходит демонстрация корректных приемов ее демонтажа [138].

Привязка к реальному миру у средств дополненной реальности происходит благодаря использованию специальных технологий распознавания образов и позиционирования в пространстве.

На сегодняшний день недостатки технологии дополненной реальности обусловлены неразвитостью технологий позиционирования в пространстве. Такие технологии в настоящее время обладают недостаточной стабильностью и точностью, не предоставляют возможности работы внутри строений без применения специального оборудования. Кроме того, имеют место проблемы с используемыми в настоящее время технологиями распознавания образов. Применяемые в рамках технологии дополненной реальности ранее упоминавшиеся маркеры не распознаются компьютерными средствами при искажениях геометрического характера: применение маркеров подразумевает наличие плоской поверхности, на правильность распознавания маркеров оказывают влияние углы, под которыми устройство для считывания сканирует маркеры.

Указанную и некоторую другую специфику нынешнего этапа использования и развития технологии дополненной реальности также целесообразно включить в методическую систему обучения информатике. При этом следует учитывать, что подобная технология на самом деле является новым способом доступа к информации. Степень влияния технологии дополненной реальности на развитие общества может быть сравнима с эффектом, который имел место при появлении и массовом применении сервисов и ресурсов сети Интернет. Важным свойством глобальных компьютерных сетей является возможность контекстно-зависимого предоставления информации – предоставления информации в зависимости от окружающих человека условий. Наличие огромного массива различных данных в открытом доступе делает значимым и актуальным не сам факт возможности доступа к таким данным, а предоставление сведений, необходимых в данный момент конкретному человеку с привязкой к объекту оперирования, местонахождению, времени и т.п. В этой связи востребованность дополненной реальности, знаний о ней и подходах к ее использованию в жизни и профессиональной деятельности будет возрастать с каждым днем.

Существует несколько аспектов, значимых для обучения и использования технологии дополненной реальности. Для создания средств дополненной реальности, прежде всего, необходим так называемый «контент» – виртуальная часть (например, 3D-модель), которую компьютерное устройство будет «накладывать» на конечное изображение. Вид такой виртуальной части зависит от решаемой задачи.

Кроме этого, важно, каким образом виртуальная часть будет «привязана» к реальному окружению. Для этого необходимы различные устройства ввода. Какие именно устройства ввода будут задействованы, также зависит от задачи. Если необходима мобильность на больших пространствах (например, при работе с картами), то используются системы геопозиционирования. Если требуется отслеживать положение устройства в пространстве (например, карта звездного неба), то применяются гироскоп и акселерометр. Если же необходима высокая точность, используются камера и, иногда, датчик глубины.

Позиционирование объектов и процессов при реализации технологий дополненной реальности может осуществляться на основании нескольких различных подходов:

- объектно-зависимый подход, в рамках которого позиционирование опирается на физические объекты или их изображения;
- локационно-зависимый подход, при котором позиционирование осуществляется на основании точных пространственных координат (информация о пространственном расположении средства дополненной реальности делает несущественной использование изображения для определения вида виртуального объекта и его положения).

В первом случае компьютерное устройство учитывает данные о изображении, во втором – данные о положении устройства.

Уже на данном этапе исследования можно отметить, что для применения технологии дополненной реальности в рамках обучения школьников одними из самых значимых её параметров являются

помехоустойчивость (системы позиционирования, основанные на спутниковых технологиях, неэффективны в помещениях), точность и простота. Такие свойства характерны для технологий, базирующихся на распознавании образов, которые выше были отмечены как объектно-зависимый подход. При этом наиболее простой и достаточно распространённой является маркерная технологии, которую в настоящее время наиболее реально внедрить в преподавание школьных дисциплин. При этом подходе в обучении используются специальные контрастные изображения, распознаваемые программным обеспечением дополненной реальности. Такие изображения получили название маркеров.

Имеется достаточно большое количество видов маркеров, но, как правило, в качестве маркера используется черно-белое изображение, состоящее из черного квадрата с толстыми рамками и некоторого изображения внутри.

Разработка модели дополненной реальности, основанной на использовании маркеров, может осуществляться при помощи алгоритма, отражённого на Рисунке 3.

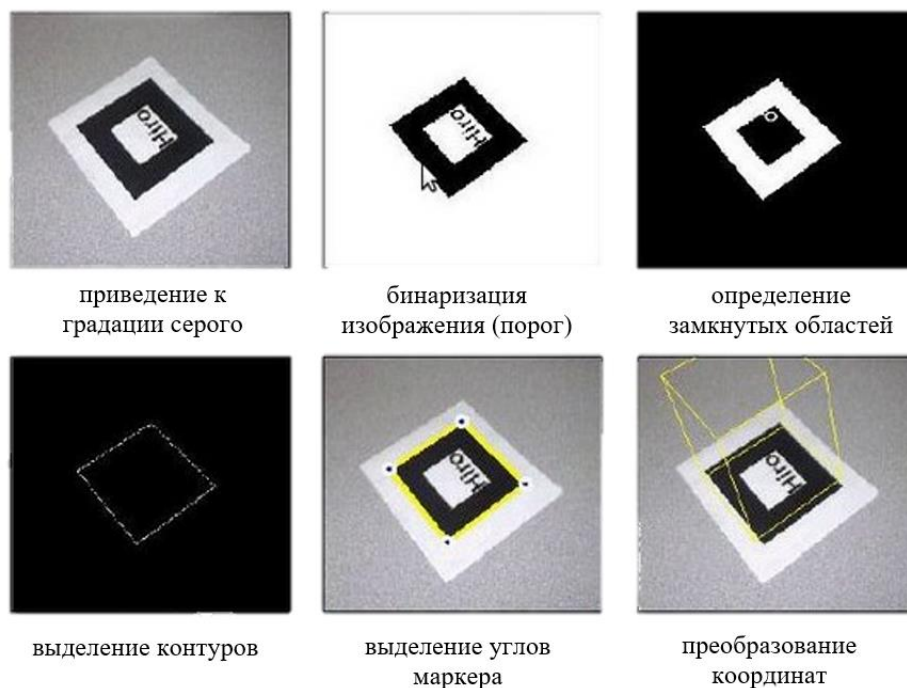


Рисунок 3 – Алгоритм построения модели дополненной реальности на основе маркерной технологии

Алгоритм включает в себя преобразование цветного изображения в изображение, выполненного в режиме «градации серого», его последующее преобразование в двуцветное (черно-белое) изображение (бинаризация) с учетом заданного порога преобразования в черное, определение или выделение на изображении замкнутых областей и контуров, нахождение углов изображения-маркера, привязка системы координат к положению маркера в пространстве (преобразование координат).

Для реализации маркерной технологии дополненной реальности достаточно компьютера, видеокамеры, специализированного программного обеспечения и маркеров, которые распечатываются на бумаге при помощи обычного принтера.

Дальнейшим развитием объектно-зависимого подхода к позиционированию объектов при реализации технологии дополненной реальности является использование безмаркерной технологии, при которой в качестве опорного образа может использоваться практически любое изображение либо образ (реальный объект). Классификация различных технологий позиционирования в рамках технологии дополненной реальности отражена на Рисунке 4.

Взаимодействие компьютерной техники с изображением объектов, явлений и процессов реального мира является отличительным признаком дополненной реальности, отделяющей эту технологии от технологии виртуальной реальности. Дополненная реальность обладает существенным потенциалом для формирования более эргономичных отношений людей с информацией. Благодаря таким технологиям сведения доставляются пользователям автоматически в зависимости от контекста различных ситуаций. Это имеет отношение и к получению образования, и к профессиональной деятельности, и к повседневной жизни. За счет таких выводов до понимания школьников в процессе обучения информатике можно довести сведения о том, что технология дополненной реальности может

поднять взаимодействие человека с информацией на принципиально новый уровень.

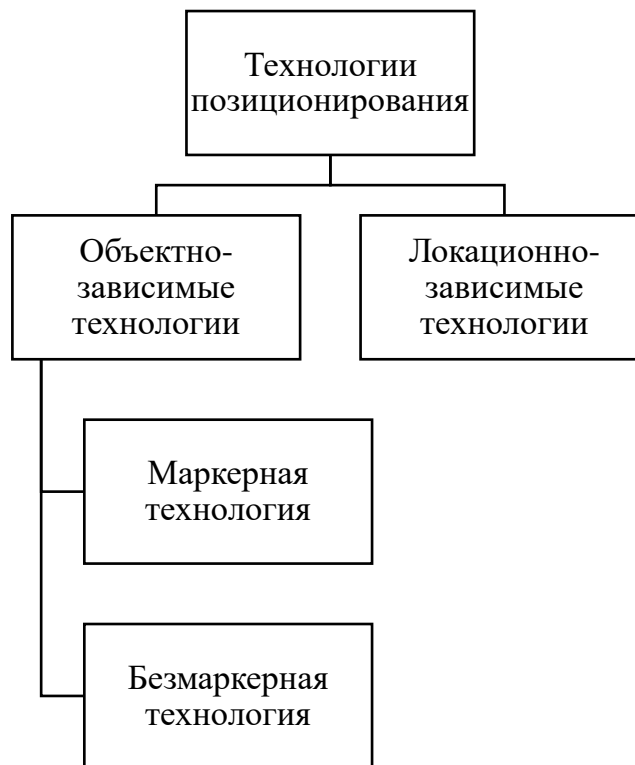


Рисунок 4 – Классификация технологий позиционирования в рамках реализации технологии дополненной реальности

При включении дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения в курс информатики основной школы нужно учитывать четыре основных компонента, без которых невозможно оперирование средствами исследуемой технологии.

*Аппаратные средства дополненной реальности* – компьютерные аппаратные средства и системы, обеспечивающие технические и технологические возможности для создания и функционирования систем дополненной реальности. Примерами таких компьютерных средств являются процессоры, устройства вывода информации разных типов (в том числе и специфические, такие как очки дополненной реальности), разнообразные устройства ввода и датчики, такие как датчики для определения скорости и

ускорения, позиционирования в пространстве, гироскопы, подсистемы обмена информацией по радиосвязи на незначительном расстоянии, обычные или специализированные компьютерные видеокамеры и другое оборудование. Особым примером аппаратных средств дополненной реальности являются специальные очки с видеокамерами для захвата изображения и датчиками для позиционирования объектов в пространстве. Результат функционирования средств дополненной реальности в этом случае выводится на прозрачные экраны – стекла очков. Стоит отметить несовершенство конструкции ранних образцов таких очков, что видно из примера на Рисунке 5.



Рисунок 5 – Очки дополненной реальности

*Браузер дополненной реальности* – специальное программное обеспечение, в режиме реального времени объединяющее различные информационные слои, формируемые благодаря получению информации из телекоммуникационных сетей и взаимодействию с датчиками.

*Система распознавания* – система аппаратных и программных средств, которые на базе сведений об ориентации в пространстве и времени, формах, фактуре и других значимых характеристиках позволяет проводить идентификацию людей и объектов в условиях реального окружения. Существуют описанные ранее локационно-зависимый и объектно-зависимый подходы к распознаванию, среди которых объектно-зависимый подход, в свою очередь, может дифференцирован на два различных приёма, связанных с применением или не применением искусственных изображений-маркеров.



*Система дополненной реальности* – программно-аппаратный комплекс, способный работать с технологией дополненной реальности. Включает в себя систему распознавания, систему вывода информации, вычислительный комплекс и контент дополненной реальности.

*Контент дополненной реальности* – отображаемое при помощи программных средств дополненной реальности содержательное наполнение. Для этого случая различаются два основных подхода.

Первый подход заключается в том, что предусматривается особый индивидуальный обмен сведениями между неким искусственным объектом, содержащим контент, и компьютерной программой. В таком качестве могут выступать распространенные сегодня объекты, выполненные по технологии штрих-кодов, QR-кодов или RFID-меток, изображенные на Рисунке 6. При этом RFID-метки являются более дорогостоящим аналогом штрих-кодов, но для этих меток не требуется визуальный контакт для взаимодействия. Такие метки несут больше информации и могут перемещаться на большие расстояния без нарушения работоспособности систем дополненной реальности.



Рисунок 6 – Примеры объектов для предоставления содержания (контента) в системах дополненной реальности

Второй подход заключается в том, что используются источники информации, находящиеся в открытом доступе. В этом случае программные средства дополненной реальности обращаются к специально созданным так называемым контентным агрегаторам или брокерам для оперативного нахождения и получения оформленного по особым правилам содержания для каждого объекта, по которому происходит запрос информации. На самом деле, в рамках этого подхода можно говорить об использовании внутри технологии дополненной реальности «облачных» технологий.

Правильное представление данных о дополненной реальности и рассмотрение этой технологии в курсе информатики основной школы требует выявления мер по систематизации соответствующих средств информационных технологий. В основе такой систематизации могут находиться технические и пользовательские характеристики технологии дополненной реальности [142, 155].

Критерием для классификации может выступать тип взаимодействия системы дополненной реальности с пользователем. В этом случае выделяют автономные и интерактивные системы.

*Автономные системы дополненной реальности* не предусматривают взаимодействие с пользователями и предназначены только для демонстрации данных об объекте. Такие системы обладают возможностью анализа объектов, находящихся в поле зрения видеокамеры (поле зрения человека), и выводить информацию справочного характера о таких объектах. Так, например, если человек рассматривает в музее картину, то при помощи автономной системы дополненной реальности он может получить сведения об авторе картины, истории, положенной в основу ее сюжета, судьбе картины и другие сведения.

*Интерактивные системы дополненной реальности* предусматривают взаимодействие с человеком, имеющим возможность выбора и настройки типа дополнительного (накладываемого) слоя данных и получения разных сведений в отношении рассматриваемого объекта. Ясно, что подобные системы требуют обязательного наличия средств для ввода данных. В роли

таких средств могут использоваться тактильные экраны мобильных компьютерных устройств или средства для распознавания человеческой речи. Примером интерактивных систем дополненной реальности могут служить «примерочные» магазина, при помощи которых пользователь может выбирать те или иные виды одежды и видеть свое изображение, виртуально примеря такую одежду.

Ещё одним основанием для систематизации можно рассматривать степень мобильности систем дополненной реальности. В этом случае будут различаться стационарные и мобильные системы.

*Стационарные системы дополненной реальности* предусматривают взаимодействие с пользователем в одном месте, без каких-либо перемещений. Примером стационарной системы можно считать установку дополненной реальности, имеющейся в Государственном Дарвиновском музее. Стационарная видеочка направлена на один из выставочных залов музея, а монитор отображает видео с камеры, на которое накладываются интерактивные модели животных. В этом случае виртуальная антилопа, передвигающаяся по залу на компьютерном экране, является результатом применения технологии дополненной реальности.

*Мобильные системы дополненной реальности* подразумевают движение в пространстве и функционирование в динамичном режиме в условиях взаимодействия с различными объектами из реального окружения. Типичным примером мобильной технологии дополненной реальности является маркерная технология, применяемая на мобильных устройствах. Так, например, мобильная система, помогающая при ремонте автомобиля, показывает, как и какую деталь следует заменить при ремонте.

По функциональному назначению системы дополненной реальности можно классифицировать на следующие группы.

*Системы визуального поиска.* Системы этой группы реализуют подсказки навигационного характера в ответ на запросы человека. В этом случае речь идет не о традиционных распространённых навигаторах,

показывающих путь на местности. При взаимодействии с системами дополненной реальности реализуется более широкий подход к формулированию запросов, например, обусловленный поиском тех или иных услуг или товаров, объектов или людей с определёнными параметрами.

*Системы, основанные на распознавании,* генерируют контекстно-зависимые сведения об объектах или людях, находящихся в поле зрения пользователя. При помощи систем такого типа человек, участвующий в переговорах, может оперативно и индивидуально получать необходимые сведения о своих партнёрах. По отношению к каждому человеку, участвующему в переговорах, такая система может выводить визуальную информацию о его должности, биографии, возрасте, потребностях и других значимых характеристиках. Такие сведения могут быть получены из открытых источников телекоммуникационных сетей.

*Системы «Человек 2.0», увеличивающие информационные возможности человека.* Системы этого типа дают возможность демонстрации пошаговых инструкций для решения определённых бытовых или профессиональных заданий. В этом случае примером являются дополнительные для пользователя возможности выбора алгоритма приготовления блюда, выбора рецепта, контроля за перечнем ингредиентов, последовательности их использования и дозировки. Иным примером можно считать визуальную помощь техникам, ремонтирующим автомобили с подсказками нужных инструментов, мест их использования, порядка операций при демонтаже и монтаже агрегатов автомобилей.

*Системы, работающие на основе принципа «линза/экран-зеркало».* Функционирование таких средств дополненной реальности базируется на наложении объектов виртуального мира на изображения реальных объектов для повышения правильности представлений о параметрах объектов, характерных для их расположения в пространстве. Например, такой подход может наглядно продемонстрировать покупателю до совершения покупки, как будет выглядеть мебель, приобретаемая в Интернет-магазине, в условиях

реальной домашней обстановки покупателя. Благодаря подобным системам и технологиям человек может увидеть предлагаемый ему товар в реальных условиях предстоящего местонахождения и подобрать наилучшее размещение без каких-либо лишних физических затрат.

*Системы контекстной визуализации.* Системы дополненной реальности этого типа в большей степени подходят для внедрения в промышленности при решении инженерных и конструкторских задач. Примером такой реализации является система для демонстрации особенности работы промышленного оборудования, где с помощью контекстной визуализации можно увидеть его работу в заданных условиях на производстве, либо помочь получить представление о том, как будет двигаться транспортное средство в реальной дорожной обстановке.

Эти и другие примеры, демонстрирующие особенности классификации систем дополненной реальности, могут использоваться не только при демонстрации специфики этой технологии при обучении информатике, но и для последующего формулирования соответствующих практических заданий для школьников.

Анализ перечисленных публикаций, примеров, определений и подходов к классификации в области создания и применения технологии дополненной реальности свидетельствует, что такая технология способна существенно повлиять на эффективность профессиональной и повседневной деятельности человека. Овладение этой технологией и приемами ее использования в различных областях приближает человека к реалиям технического развития современного общества. Эти и другие факторы говорят о целесообразности обучения технологии дополненной реальности на этапе общеобразовательной и предпрофессиональной подготовки школьников. Такое обучение может затрагивать разные школьные дисциплины, но ключевую интегрирующую роль здесь может играть курс информатики с учетом того, что технология дополненной реальности, прежде всего, является информационной технологией.

Кроме этого, предыдущее описание специфики и видов технологии и средств дополненной реальности говорит о их безусловном вкладе в повышение наглядности и информативности. Оба качества играют одну из ключевых ролей в повышении эффективности образования. На этом этапе исследования можно сделать предположение о положительном влиянии на образование использования технологий и средств дополненной реальности в качестве средства обучения разным дисциплинам. И информатика как учебная дисциплина не будет здесь исключением.

Приведённые выше аргументы и характеристики свидетельствуют о наличии потенциала технологий дополненной реальности, который может влиять на повышение эффективности школьного образования. Для более детального обсуждения целесообразности и путей применения указанной технологии при обучении информатике необходимо на основании существующих источников и ранее проведённых исследований определить возможности использования технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения.

### **1.3. Возможности обучения и использования технологии дополненной реальности в школьном курсе информатики**

Как общеобразовательная дисциплина в рамках программы основной школы информатика ответственна за развитие информационной культуры учащихся. Эта дисциплина формирует, в том числе знания и умения для взаимодействия с компьютерными обучающими средствами и другими информационными технологиями [28-30]. В связи с этим, при создании и развитии новых информационных технологий проявляется потребность в совершенствовании содержания учебной программы по информатике в школе. Данные технологии также могут применяться и для повышения эффективности изучения определённых тем учебной программы. Специфика информатики как школьной учебной дисциплины заключается в том, что

подобные технологии в рамках обучения ей выступают и в качестве объекта изучения, и в качестве средства обучения. Во многих случаях просматривается тенденция к учёту взаимосвязи этих видов применения технологий.

На основании параграфов 1.1. и 1.2. данного исследования можно утверждать, что технология дополненной реальности является такой перспективной технологией, которая с большой вероятностью получит широкое распространение в скором времени. Но, несмотря на это, на сегодняшний день практически не существует научно-методических работ и исследований, изучающих целесообразность модификации методической системы обучения информатике в школе за счёт внедрения такой технологии.

При использовании технологии дополненной реальности в образовании следует учитывать вышеописанную специфику данной технологии и ее потенциальные возможности. На основании ранее приведённых аргументов (см. параграфы 1.1. и 1.2. настоящей диссертации) целесообразно выделить следующие первоочередные направления и элементы включения дополненной реальности в процесс обучения информатике:

- теоретическая и практическая подготовка учителей к применению технологии дополненной реальности при воспитании и обучении школьников;
- совершенствование содержания обучения информатике и иным школьным дисциплинам для овладения школьниками технологией дополненной реальности и способами её применения для решения бытовых и будущих профессиональных задач.

Технология дополненной реальности по своей природе обладает существенным образовательным потенциалом, что позволяет активно использовать соответствующие компьютерные средства в качестве средств обучения, как информатике, так и большинству других школьных дисциплин. Об этом говорят многие специфические свойства технологии и средств дополненной реальности. При формулировании соответствующих выводов можно частично опираться на предыдущие исследования, посвященные применимости смежных или более ранних технологий в образовании.

В кандидатской диссертации и публикациях М.Э. Конорева [75] описывается возможность применения технологий виртуальной реальности для обучения истории в вузах. Автор предлагает создавать и использовать на основе этой технологии виртуальные исторические архивы. Подходы к формулированию заданий для обучающихся, содержащиеся в его работе, могут представлять интерес для дальнейшего исследования. Им показаны преимущества применения виртуальных технологий в обучении. В то же время в исследовании М.Э. Конорева не рассматриваются вопросы совершенствования курса информатики, а изучаемые им виртуальные технологии не покрывают в полной мере возможностей более широкой и современной технологии дополненной реальности.

Кроме того, использование технологий дополненной реальности при обучении школьников способствует повышению уровня узнаваемости объектов и процессов учащимися за счёт их проецирования на реальный мир, который видят обучающиеся. Примечателен достаточно известный пример с традиционным изучением редких насекомых в школе. Учащимся, которые до этого не видели определенные виды насекомых, показывали карточки с фотографиями насекомых. Однако, когда им демонстрировали настоящие образцы насекомых, то они их не опознавали. Аналогичные проблемы при усвоении нового материала встречаются и в курсе информатики, например, при изучении архитектуры компьютера, когда учащимся необходимо распознать конкретные элементы на различных системных платах. Дополненная реальность смогла бы снизить остроту соответствующей учебно-методической проблемы.

Как было показано ранее, технологии дополненной реальности находятся в стадии развития, разрабатываются новые подходы и средства для обеспечения тактильной обратной связи, значительное число содержательных, технических и методических проблем до сих пор остаются без должного решения. Существующий опыт обучения информатике показывает, что использование какой-либо одной технологии не должно быть всеобъемлющим



и отрицать использование каких-либо других технологий. Необходим поиск рационального сочетания различных технологий, среди которых должна присутствовать и технологии дополненной реальности. Можно привести хороший пример сочетания такой технологии с некомпьютерными средствами обучения. В обычный текст бумажного учебника или пособия могут быть включены специальные коды или даже изображения, являющиеся маркерами дополненной реальности, что позволит расширить функционал бумажных средств обучения.

Одним из фундаментальных специфических аспектов является аспект «двойственности» технологии дополненной реальности. Такая технология и соответствующие ей средства, как и компьютерная техника, при обучении информатике, в отличие от других школьных дисциплин, может рассматриваться как объект изучения и как средство обучения. Рассмотрение в качестве объекта целесообразно, так как в силу вышеизложенных причин необходимо научить учащихся работать с дополненной реальностью. Рассмотрение дополненной реальности в качестве средства обучения оправдано, поскольку с помощью средств дополненной реальности будет осваиваться определенный учебный материал и проводиться лабораторные работы в рамках школьного курса информатики.

В диссертации К.С. Гамбург [49] показано, что существенным потенциалом в отношении повышения эффективности проведения лабораторных работ обладают виртуальные технологии. Учитывая соотношение технологий дополненной и виртуальной реальности, рассмотренное в параграфе 1.2. настоящей диссертации, допустимо говорить о большом потенциале технологий дополненной реальности для проведения лабораторных работ на уроках информатики.

Необходимость совершенствования методических систем обучения школьным дисциплинам, в том числе информатике, из-за интеграции технологий дополненной реальности обосновано двумя основными причинами:

- применение технологии дополненной реальности при определенных условиях способно повлиять на эффективность обучения;

- постепенное проникновение технологии дополненной реальности в профессиональную деятельность и повседневную жизнь человека обуславливает необходимость изучения не только специфики внутреннего устройства этой технологии, но и подходов к ее практическому применению.

Кроме этого, важно отметить и учитывать существенность влияния любых видов виртуальной реальности на социализацию учащихся, развитие их коммуникативных и творческих возможностей, о чём уже говорилось в исследованиях, связанных с образованием и общественной сферой [50, 54, 141].

А.Н. Гвинтовкин [50] рассматривает виртуальное пространство, создаваемое с помощью различных компьютерных средств и технологий и показывает, что такое пространство является значимой средой для развития и установления социальных контактов между молодыми людьми в условиях тотальной информатизации общества.

В кандидатских диссертациях по философии А.Н. Степанова (на примере виртуальных процессов в обществе) и А.А. Юрков (на основе исследования виртуальной компьютерной реальности) [125, 140] убедительно показывают влияние виртуальной реальности и соответствующих технологий на изменение межсубъектных отношений в обществе, выявляют положительные и отрицательные формы таких отношений. Часть выводов, сделанных этими специалистами, может быть учтена и существенно повлиять на качество совершенствования курса информатики в условиях использования технологии и средств дополненной реальности.

На этапе анализа в ходе настоящего исследования можно *выделить и предложить два значимых для обучения ключевых подхода к разработке и использованию визуальных средств обучения школьников, основанных на технологии дополненной реальности.*

*Первый подход* можно использовать для того, чтобы провести со школьниками практические или лабораторные занятия в тех случаях, когда проведение соответствующего занятия в традиционных условиях затруднительно или недоступно. В этих случаях создаётся и используется независимый виртуальный объект, визуально не отождествляемый с реальными объектами. Например, данный подход применим в случае, когда проведение реальной практической работы с реальными объектами, материалами или веществами является опасным для педагогов и школьников (работа с токсичными, радиоактивными, взрывоопасными и другими веществами), либо проведение практической работы невозможно по причине отсутствия необходимого оборудования из-за его стоимости, недоступности, габаритов и других параметров. В данном случае при использовании технологии дополненной реальности моделируется сам объект, учитываются его значимые свойства. Применяемый в обучении объект носит скорее виртуальный, чем реальный характер.

Важно учитывать, что в этом случае для привязки к реальному окружению средство дополненной реальности применяет виртуальный объект, замещающий собой объект реальный. Примером реализации описываемого подхода является применение средств дополненной реальности в рамках проведения лабораторных работ на занятиях по химии. В роли колб с реактивами на таких лабораторных работах выступают напечатанные на бумаге специальные изображения-маркеры для упрощения распознавания системой дополненной реальности. Манипуляции производятся путем перемещения инструментов и реактивов. Предлагаемый подход целесообразен и при проведении лабораторных работ по информатике, например, для сборки компьютера из его отдельных устройств в системе дополненной реальности.

Главным недостатком практического применения данной технологии является отсутствие выработки у школьников умений и навыков по работе с

реальными реактивами, так как все работы на самом деле выполняются с помощью листов бумаги.

Этот фактор необходимо учитывать педагогам, применяющим соответствующие технологии на занятиях со школьниками. Дело в том, что описываемый подход к использованию компьютерной техники лишается смысла, когда существует доступ к необходимым материалам и в распоряжении педагога имеется возможность проведения лабораторной работы без применения систем дополненной реальности.

В то же время, существуют определенные объекты и процессы, а также их модели, воспроизведение которых в реальном мире невозможно или сильно затруднено, например, опыты с объектами макро- и микромиров или эксперименты в условиях невесомости. Примером обоснованного применения в обучении технологии дополненной реальности можно считать работу школьников с микроэлектромеханическими системами. Эта деятельность происходит в «микромире». Её осуществление в условиях реальной школы невозможно или затруднительно. Компьютеры не имеют манипуляторов, предоставляющих такое же удобство при взаимодействии с объектами, как при непосредственной работе человека с ними при помощи рук. В то же время, объекты виртуального мира предоставляют возможность эмулировать движения, типичные для реальных устройств, с учётом таких факторов, как ускорение, освещённость, положение в пространстве и др. Другим примером использования технологии дополненной реальности, для работы в «микромире» может быть работа различных элементов типа сумматоров и триггеров в элементной базе персонального компьютера.

Недостатком при использовании в обучении данной технологии является отсутствие у объекта физической формы и ряда значимых свойств, которые школьник мог бы ощутить, кроме свойств, доступных через органы зрения и слуха, например, ощутить размеры, вес или тактильные свойства объектов. Исправление данного недостатка возможно при условии применения типовых замещающих объектов. Так, в частности, при

выполнении лабораторных работ по химии могут использоваться однотипные пробирки, несмотря на то что в них содержатся разные вещества, при выполнении лабораторных работ по информатике – настоящее устройство, например, жесткий диск. Реальную обычную пробирку или жесткий диск система дополненной реальности ассоциирует с виртуальным аналогом, и школьники работают, практически, в условиях реального исследования по химии или информатике.

В качестве другого примера обоснованного применения систем дополненной реальности в обучении является манипулирование педагогов и учащихся со сложными структурами молекул вещества. Такое взаимодействие тоже происходит в условиях микромира, для которого у компьютерной техники отсутствуют требуемые манипуляторы. Применение средств дополненной реальности позволяет работать с такими микрообъектами как с объектами реального мира, существенно повышая наглядность обучения. Подобные лабораторные работы могут применяться в рамках раздела «моделирование» школьного курса информатики.

В этом случае благодаря технологии дополненной реальности школьники ощущают свою «сопричастность» с объектами микромира, ощущают их «реалистичность», приобретают представление о специфике реального существования таких объектов. Эти и другие факторы являются ключевыми в рамках утверждений о значимости умений учителей и обучающихся применять системы дополненной реальности как средство обучения.

*Второй подход* подразумевает видимое наложение на объекты реального мира так называемого информационного слоя – различных текстовых надписей, картинок-пояснений, других комментариев. С этой точки зрения технология дополненной реальности является уникальной. Никакая другая технология не позволяет накладывать информационный слой на реальные объекты в режиме реального времени. В качестве примера можно привести инструкцию по использованию устройства или схему,

отображающую его состав, визуально накладываемую в качестве информационного слоя на само устройство.

Наряду с этим, наложенными могут оказаться и различные «слои», такие, например, как внешний вид территории или сооружения в иной исторический период, или демонстрация молекул вещества, находящегося в реальной пробирке, или структура кристалла центрального процессора компьютера. При таком подходе возможно добавление в качестве слоёв дополненной реальности разных фотографий, картинок, видеофрагментов и 3D-моделей.

Другим примером применения технологии дополненной реальности в качестве средства повышения наглядности и интерактивности обучения является возможность виртуального восстановления внешнего вида животного по имеющемуся скелету, его размеров. Аналогичное применение обсуждаемой технологии может заключаться в корректном сопоставлении пространственных размеров компьютеров различных временных эпох, так как основой для сравнения будет реальная комната, обладающая реальными размерами.

Добавление информационных слоев на реальные объекты как еще одна новая технология приобретает всё большее распространение в вооруженных силах для подготовки механиков, а также для указания цели при применении оружия. При таком подходе для обучающегося и, впоследствии, для профессионального механика отмечаются главные элементы замены, общая схема системы, перечень действий и алгоритм работы. В качестве примера такого использования технологии дополненной реальности при обучении информатике является помощь учащимся при сборке настоящего компьютера.

Во многом такое использование информационных технологий напоминает работу с тренажерами. В этой области существуют исследования, в том числе и связанные с виртуальной реальностью. В частности, в исследовании А.О. Матлина рассматриваются технические и технологические аспекты автоматизации процессов создания виртуальных тренажеров.

Автором обосновано, что тренажеры такого типа могут применяться в достаточно широкой области для решения разных образовательных задач [103].

Очевидно, что тренажеры, использующие технологию дополненной реальности, могут быть задействованы на большинстве видов занятий в школах, вплоть до занятий по технологии и физвоспитанию за счет непосредственного проецирования необходимых инструкций на требуемые объекты анимировано и интерактивно. При подготовке по информатике системы такого рода могут быть использованы в качестве средств обучения, например, основам устройства компьютерной техники.

Описанные выше подходы к применению систем дополненной реальности при обучении являются достаточно разными. При этом возможна комбинация таких подходов в любых сочетаниях, что может предоставлять для системы образования ряд дополнительных преимуществ. Примером совместного применения разных приёмов и технологии смешанной реальности может служить способ контроля педагогом хода и результатов деятельности учащихся при выполнении заданий в среде виртуальной реальности. В данном случае учащиеся самостоятельно работают в такой среде, наблюдая перед собой рабочую область и результат собственной деятельности. Учитель, применяя систему дополненной реальности, видит не только текущий результат работы учащихся с виртуальными объектами, но и имеет возможность наблюдать, что делает каждый школьник в реальном пространстве.

Каждый из двух предложенных подходов обладает своей спецификой и, соответственно, имеет собственные области применения в обучении. При этом второй подход в настоящее время является менее распространенным по сравнению с первым подходом. Это обусловлено большими объемами работ по формированию содержательного наполнения для такого подхода и трудностями технической реализации. Разработка виртуальных объектов и моделей представляет собой более простую задачу по сравнению с

модернизацией существующих объектов, в том числе, и в связи со сложностями в позиционировании и наличием существенных различий в однотипных ранее созданных виртуальных и реальных объектах.

При проведении последующих разработок в рамках настоящего исследования важно учитывать, что формирование корректных подходов к разработке учебных заданий с использованием технологий дополненной реальности позволяет более точно определить области применения тех или иных технологий в рамках системы обучения школьников. Кроме того, понимание преимуществ и недостатков той или иной технологии помогает свести к минимуму ее негативное влияние на эффективность учебного процесса.

Частично подобные выводы перекликаются с мнением других исследователей. Так, например, С.И. Шуклин, говоря в своей диссертации о виртуальных технологиях в образовании применительно к профессиональной подготовке будущих специалистов, подчеркивает необходимость взвешенного подхода к учету позитивных и негативных аспектов опоры на виртуальную реальность в рамках совершенствования образовательного процесса [138].

Как видно из приведенных примеров, одними из главных преимуществ при применении технологии дополненной реальности в образовании являются повышение наглядности обучения и появление у школьников большего чувства сопричастности к изучаемым объектам или процессам.

Для обучения дополненной реальности в курсе информатики, равно как и для ее использования в качестве средства обучения этой школьной дисциплине значимо, что в рамках такой технологии осуществлять вывод информации возможно не только на основе задействования органов зрения человека. Уже разработано аппаратное и программное обеспечение для этой технологии, использование которых возможно для подготовки учащихся с ограничениями по зрению. Соответствующие системы дополненной реальности основаны на применении традиционных подходов с последующим



преобразованием визуальных картинок с экрана монитора компьютера в звуковую информацию. Такая технология базируется на свойствах стереозвука, позволяющего слушателю определять местоположение снимаемого видеокамерой объекта. При этом громкость и частота звука дают возможность передавать информацию об удаленности и размерах объекта дополненной реальности. Данное свойство исследуемой технологии позволяет расширить возможности обучения различным разделам и содержательным линиям школьного курса информатики для учащихся с особыми потребностями, связанными с ограничениями по здоровью.

Для обучения школьников в рамках разных учебных курсов не требуется смена ни аппаратного, ни программного компьютерного обеспечения. Это достигается за счет использования базового программного обеспечения дополненной реальности с возможностью выбора конкретных обучающих модулей, маркеров и виртуальных моделей, соответствующих изучаемой дисциплине. Следует подчеркнуть, что в настоящее время такие компьютерные программы на практике не содержат маркеров и моделей, целесообразных к применению при подготовке по информатике в школе условиях использования дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения.

Изученные школьниками на уроках информатики технологии дополненной реальности целесообразно применять на других дисциплинах для достижения целей образования. Таким примером является краеведческая экскурсия школьников, на которой при помощи систем дополненной реальности с учётом географического места предоставляется возможность перемещаться во времени или моделировать рассматриваемое событие, произошедшее именно в этом месте ранее.

В рамках таких подходов новый импульс могут получить и стать реальностью занятия, на которых проводятся ранее недоступные опыты или эксперименты, школьники оперируют с хрупкими или дорогостоящими объектами, обучающиеся в прежних условиях могли бы нанести вред своему

здоровью. В качестве такого примера оправданного применения технологии дополненной реальности можно привести лабораторные работы по физике, предусматривающие взаимодействие обучающихся с радиоактивными веществами, когда реальные вещества заменяются на их виртуальные модели, демонстрируемые в системе дополненной реальности.

Обобщая выявленные возможности технологии дополненной реальности, можно систематизировать основные направления ее целесообразного использования в обучении школьников информатике представленные на Рисунке 7, а также выявить место средств дополненной реальности в общей системе технических средств обучения в школе указанное на Рисунке 8.

Согласно приведенной схеме средства дополненной реальности, следует относить к цифровым аудио и визуальным средствам обучения, относимым, в свою очередь, к подкатегориям мультимедиа средств и средств виртуальной реальности.

Собранные, описанные и систематизированные в настоящем параграфе особенности и преимущества использования технологии дополненной реальности при обучении информатике и другим дисциплинам свидетельствует о ее существенном естественном потенциале для возможного повышения эффективности обучения школьников. Такие ее свойства, как возможность существенного повышения наглядности, предоставление доступа к объектам и процессам, ранее недоступным для системы образования, а также возможность дополнительного информационного обеспечения учебного процесса сделают эту технологию очень востребованной в ближайшем будущем.

В связи с этим необходимо уже сейчас предпринимать меры к расширению области ее использования при обучении и воспитании. Начало этому процессу можно положить, если внести соответствующие коррективы в школьный курс информатики. Описанное выше большое количество технических и пользовательских особенностей этой технологии

свидетельствует о необходимости обучения им школьников. Это можно сделать комплексно на базе многих школьных дисциплин, но, очевидно, что информатика должна играть здесь ключевую интегрирующую роль, поскольку дополненная реальность является информационной технологией.

Именно в информатике в рамках реализации содержательно-методической линии «Информационные технологии» могут детально изучаться особенности устройства и функционирования систем дополненной реальности. Однако такой подход требует соответствующей доработки целей, содержания и других компонентов методической системы обучения информатике.

С другой стороны, дополненная реальность и связанные с ней технические средства обладают всеми необходимыми качествами для их использования как средства обучения. Такие средства могут поднять на более высокий уровень эффективность обучения разным дисциплинам, в том числе и обучение информатике. Из этого следует, что система подготовки по информатике в школе должна быть усовершенствована для предоставления возможности применения средств обучения, основанных на системах дополненной реальности.



Рисунок 7 – Возможные направления использования технологии дополненной реальности при обучении информатике в школе



Рисунок 8 – Место средств дополненной реальности в иерархии технических средств обучения в школе

Возможна и целесообразна разработка такой методической системы обучения информатике в основной школе, которая будет опираться на взаимосвязь «объект изучения – средство обучения» и распространять эту взаимосвязь на случай использования технологии дополненной реальности. Это дало бы комплексный эффект и позволяло бы школьникам использовать подобные технологии при обучении разным дисциплинам в школе, а также в последующей профессиональной деятельности и при решении повседневных задач.

### **Выводы по первой главе**

Объемы информационных потоков, в которых необходимо ориентироваться современным специалистам, неуклонно возрастают, стимулируя разработку новых информационных технологий и порождая необходимость обучения им. В современной школе средства информационных технологий применяются при обучении различным дисциплинам. По сравнению с другими школьными предметами особым свойством обладает общеобразовательный курс информатики, в котором информационные технологии выступают не только в роли средств обучения, но и в роли объекта изучения.

В настоящее время при обучении информатике расставляются особые акценты: вместо решения прикладных задач формирования компьютерной грамотности приоритет отдается овладению школьниками фундаментальных основ информатики и формированию у них информационной культуры. Выделены содержательно-методические линии общеобразовательного курса информатики, среди которых предусмотрена линия «Информационные технологии».

Общеобразовательный курс информатики является базовым компонентом общего образования. В содержание образования он входит в качестве отдельного учебного предмета, а также через обучение

информационным технологиям в рамках обучения другим дисциплинам. Значимой целью курса информатики является формирование у школьников представлений о научных основах информатики, которые содержат, в том числе, и информационные технологии. Умения и навыки применения технологий и средств, полученные учащимися на уроках информатики, могут повсеместно использоваться при подготовке по разным учебным дисциплинам. Возможности рассмотрения технологии и инструментария дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения лежат в русле такого подхода.

Фундаментальные подходы к обучению информатике и подготовка в области информационных технологий, практика применения средств информатизации все еще не являются взаимосвязанными. Этот фактор необходимо учитывать в рамках исследований в области расширения содержания и спектра средств обучения информатике в школе.

Представления об информационных технологиях необходимо вводить, расширять и углублять в разных частях курса информатики. За счет этого должна быть выстроена цельная содержательно-методическая линия «Информационные технологии», а обучение технологии дополненной реальности должно являться частью такой линии.

Прообразом технологии дополненной реальности принято считать технологию виртуальной реальности, различия между которыми заключаются в соотношении «компьютерных» объектов и взаимодействия с реальным миром. Технология дополненной реальности, очевидно, имеет существенный потенциал с точки зрения расширения сфер применения компьютерной техники, но для её значимого применения нужны относительно существенные мощности компьютеров, качественные устройства ввода и вывода, компактность, специфические системы для автономности. Помимо того, необходимы и более рациональные программы для распознавания визуальных образов и «привязки» виртуальных объектов к реальным.

Введено и используется понятие континуума «реальность-виртуальность» (континуум Милграма), описывающего соотношение разных видов реальности, в числе которых дополненная реальность, реальное окружение, виртуальная реальность и дополненная виртуальность. Виртуальная и дополненная реальность включены как составные компоненты в более объёмное понятие «смешанная реальность». По отношению к технологии дополненной реальности вводятся несколько характеристик, таких как порожденность, актуальность, автономность, интерактивность и др. Эти и другие параметры, соотношения, факторы и выводы могут входить в содержание обучения дополненной реальности в курсе информатики.

Для использования в рамках исследования и последующего включения в систему обучения информатике выработан подход к трактовке понятия «дополненная реальность». Под *технологией дополненной реальности* предлагается понимать совокупность способов и средств, позволяющих создавать для человека видимое трёхмерное пространство, в котором контекстно-зависимые виртуальные объекты дополняют реальное пространство, окружающее человека в настоящий момент времени, изменяются при изменении реального окружения или ракурса наблюдения, за счёт чего воспринимаются в качестве элементов реального пространства.

Все современные *средства дополненной реальности (средства технологии дополненной реальности)* являются совокупностью аппаратного и программного компьютерного обеспечения, функционирующего в режиме реального времени, дополняющего контекстно-зависимыми виртуальными объектами или процессами реальное окружающее пространство, изменяющимися при изменении реального окружения и (или) ракурса наблюдения.

Позиционирование объектов при применении технологии дополненной реальности может осуществляться на основе локационно-зависимого и объектно-зависимого подходов. Для использования этой технологии при обучении школьников одними из самых значимых ее параметров являются



помехоустойчивость, точность и простота. Такими преимуществами обладает объектно-зависимый подход.

Для совершенствования обучения информатике в школе важно, что технология дополненной реальности включает в себя четыре основных компонента: аппаратные средства, браузер, систему распознавания и содержательное наполнение. Критериями для классификации систем дополненной реальности могут выступать тип их взаимодействия с пользователем, степень мобильности, функциональное назначение.

Технология дополненной реальности по своей природе обладает существенным образовательным потенциалом, что позволяет активно использовать соответствующие компьютерные средства в качестве средств обучения, как информатике, так и большинству других школьных дисциплин. Применение такой технологии влечет за собой повышение узнаваемости объектов и процессов школьниками за счет их проекции на реальный мир. Она обладает возможностью существенного повышения наглядности, предоставления доступа к объектам и процессам, ранее недоступным для системы образования, а также возможностью дополнительного информационного обеспечения учебного процесса. Необходимо выработать подходы к эффективному совместному использованию технологии дополненной реальности с традиционными наглядными пособиями, бумажной литературой, электронными ресурсами и другими средствами обучения.

В первой главе диссертации описаны значимые для развития методической системы обучения информатике подходы к разработке и применению такой технологии. Первый подход обусловлен созданием виртуального объекта для организации и проведения практических работ со школьниками, когда выполнение заданий в доступных условиях невозможно. Второй подход предусматривает наложение виртуального информационного слоя на реальный объект.

Особенности систем дополненной реальности свидетельствуют, что в содержание подготовки учителей должны быть включены разные аспекты

образовательного применения таких систем [44]. Рассмотренные технологии позволяют расширить возможности обучения информатике для учащихся с ограничениями по здоровью. Использование технологии дополненной реальности не требует наличия или разработки специального оборудования. Возможно применение базового программного обеспечения, предоставляющего выбор обучающих модулей, маркеров и моделей по изучаемой дисциплине. При этом в настоящее время такое обеспечение не содержит компонентов, которые могли бы использоваться при подготовке по информатике в рамках применения дополненной реальности в качестве объекта и средства обучения.

Обучение дополненной реальности целесообразно осуществлять комплексно на базе разных школьных дисциплин, при этом информатика должна играть ключевую интегрирующую роль. Такой подход требует доработки целей, содержания и других компонентов методической системы обучения информатике.

Средства дополненной реальности могут сделать более эффективным обучение разным дисциплинам, в том числе и обучение информатике [57]. С учетом этого система подготовки по информатике в школе должна быть расширена в направлении применения соответствующих средств и методов обучения.

## **ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ**

### **2.1. Моделирование методической системы обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы**

Анализ научной литературы, опыта преподавания информатики в школе, а также выявленного существенного образовательного потенциала технологии дополненной реальности предоставляет достаточно большое количество факторов и идей, что позволяет создать модель методической системы обучения, которая будет основой для совершенствования курса информатики основной школы. Реализация такой модели должна обеспечить нацеленность обновлённой методической системы на взаимосвязь «объект изучения – средство обучения» и может учитывать выявленные подходы к разработке и применению визуальных средств технологии дополненной реальности.

*Первый из таких подходов* ориентирован на разработку виртуальных объектов, визуализируемых на материальном заместителе объекта реального мира. При таком подходе система дополненной реальности зрительно частично или полностью замещает материальный объект виртуальным объектом, обладающим требуемыми характеристиками. Подобные средства обучения могут применяться в рамках практических или лабораторных занятий со школьниками, когда выполнение заданий в реальных условиях нецелесообразно или невозможно в силу тех или иных причин (Приложение 3), что значимо не только для обучения информатике, но и при обучении другим школьным дисциплинам в рамках межпредметной интеграции. В качестве примера можно отметить занятия, для которых сложно подобрать требуемое оборудование из-за его стоимости, недоступности, размеров,

трудозатрат и других факторов. Другим примером являются средства обучения, которые могут представлять опасность для человека или самого объекта изучения в силу его уникальности, хрупкости, электроопасности и других причин.

В качестве примера лабораторной работы по информатике, в рамках которой используются визуальные средства обучения, разработанные согласно первому подходу, можно выделить выполнение школьниками задания по сборке системного блока для персонального компьютера. Известно, что некорректные действия обучающихся при выполнении такого задания могут привести к порче достаточно дорогостоящего оборудования. С учётом возможностей технологии дополненной реальности в качестве компонентов системного блока (процессор, материнская плата, видеокарта, оперативная память и т.п.) могут применяться обычные бумажные листы со специальными маркерами дополненной реальности, напечатанными на бумаге обычным принтером. Обучающийся, глядя через систему дополненной реальности (например, используя смартфон или планшет и специальное программное обеспечение), вместо бумажных маркеров будет видеть на рабочем столе виртуальные компоненты системного блока персонального компьютера. Манипуляции в рамках выполнения учебного задания осуществляются благодаря перемещению бумажных маркеров дополненной реальности в соответствии с ранее изученными правилами сборки системного блока.

Основным негативным фактором такого подхода к обучению соответствующему разделу курса информатики является недостаточность выработки практических умений по работе с реальными составляющими системного блока компьютера, поскольку все действия выполняются обучающимися при помощи бумажных листов. Поэтому применение подобных средств обучения информатике нецелесообразно, если у каждого школьника имеется доступ к реальным компонентам компьютеров, а применение технологии дополненной реальности не предоставляет

возможности увеличения интенсивности обучения – повышения объёма усваиваемого учебного материала или сокращения затрачиваемого учебного времени без потери качества обучения.

Другим значимым негативным фактором использования данного подхода, который также необходимо учитывать при формировании модели обучения информатике, является физическая недоступность для школьника изучаемых объектов и их свойств, которые можно было бы ощутить тактильно, таких как вес, температура, текстура и т.п. Уменьшить отрицательное влияние указанного недостатка можно за счёт применения типовых замещающих объектов со схожей текстурой, формой и весом. Такие замещающие объекты и средства могут быть изготовлены при помощи современных 3D-принтеров, имеющихся во многих школах.

*Второй подход* обусловлен созданием виртуальных информационных слоёв на реальных объектах, изучаемых или используемых в качестве средств обучения. В рамках этого подхода в соответствии с проектируемой моделью обучающиеся смогут взаимодействовать с настоящими средствами и объектами, на которых при помощи технологии дополненной реальности будут отображаться виртуальные информационные слои.

Например, при проведении экспериментального обучения в рамках настоящего исследования в ходе изучения устройства жёсткого диска компьютера учащиеся ГБОУ г. Москвы «Школа №1409» имели возможность расположить виртуальный информационный слой на реальном жёстком диске. На таком материальном объекте при помощи технологии дополненной реальности визуализировался его виртуальный аналог, школьники приобретали возможность наблюдать жёсткий диск в работе или увидеть его структуру (кластеры, секторы и т.п.), как показано на Рисунке 9.



Рисунок 9 – Виртуальная модель строения жёсткого диска отображается системой дополненной реальности на реальном жёстком диске

Второй подход представляет интерес, поскольку описываемый интерактивный информационный слой невозможно добавить на реальный объект без применения технологии дополненной реальности. При таком подходе система дополненной реальности «дополняет» материальный объект информацией, значимой для обучения. В качестве такой информации может выступать инструкция по использованию объекта, его структурная схема или разнообразные «слои». В качестве примера можно отметить описание отдельных функциональных областей микросхемы либо явное указание названий компонентов материнской платы компьютера, как это показано на Рисунке 10 на основе разработок, осуществлённых в рамках подтверждения гипотезы настоящего исследования. При втором подходе в качестве элементов информационного слоя можно выводить графические и фотографические изображения, видеофрагменты и 3D-модели.

При разработке модели обучения информатике необходимо учитывать, что, несмотря на специфику каждого из предлагаемых к использованию подходов для разработки и применения визуальных средств обучения, имеется

возможность комбинирования таких подходов в разных соотношениях. Так, в частности, при обучении на уроках информатики в основной школе архитектуре персонального компьютера в реальный системный блок с установленной в нём материнской платой могут быть помещены объекты, символизирующие составляющие компьютера для их распознавания системой дополненной реальности. Это даёт возможность педагогом и школьникам, «располагая» различные замещающие объекты на материнской плате, при помощи технологии дополненной реальности заставить требуемый виртуальный объект переместиться в нужное место.

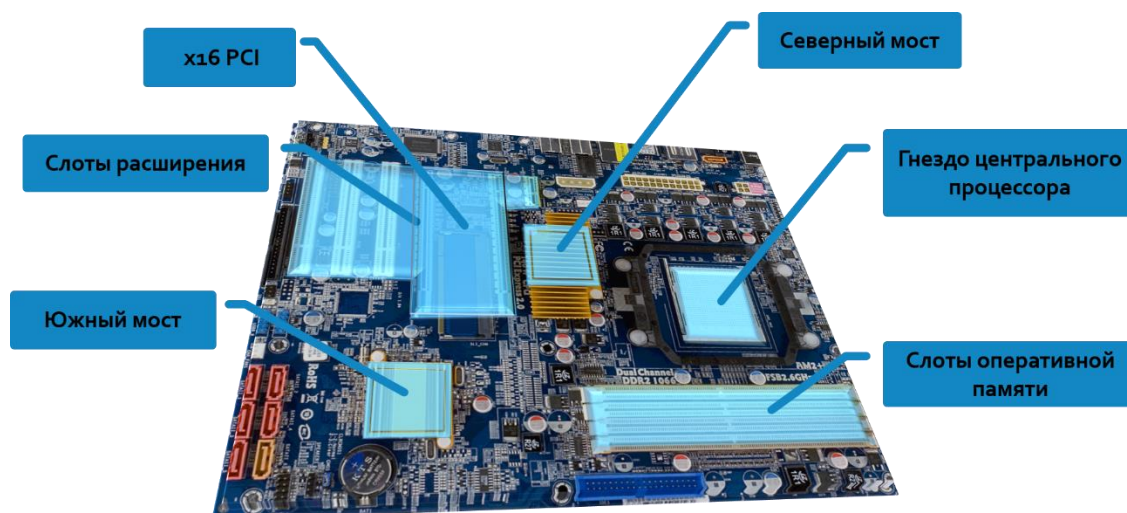


Рисунок 10 – Информационный слой с указанием названий элементов при помощи технологии дополненной реальности в реальном времени отображается на настоящей материнской плате компьютера

При изучении соответствующего раздела курса информатики применение такого комбинированного подхода позволит обучающимся избежать поломки дорогостоящих реальных достаточно хрупких компонентов компьютера (Приложение 3), сформировать его заданную конфигурацию без дополнительных затрат и свести к минимуму «рутинные» операции, зачастую

отнимающие много времени и усилий, не способствуя формированию требуемых знаний и умений.

Следует понимать, что каждый из отобранных для дальнейшего исследования подходов обладает своей спецификой и областью наиболее эффективного применения. Кроме того, из-за относительной сложности практической реализации, второй подход является менее распространённым, поскольку сформировать новый объект существенно легче, чем визуально дополнить уже существующий реальный объект из-за трудностей позиционирования и распознавания предметов.

В рамках настоящего исследования проведена работа по *моделированию методической системы обучения информатике, предусматривающей использование средств и технологий дополненной реальности в качестве объекта для изучения и средства обучения*. В рамках такого моделирования были отобраны, систематизированы и визуализированы в виде трёх графов, содержащих 78 вершин-элементов, факторы, подробно описанные в первой главе настоящей диссертации. Кроме этого, принимались во внимание все содержательные методические аспекты, характеризующие современные подходы к преподаванию информатики в основной школе, а также ранее описанные подходы к построению и возможному применению систем дополненной реальности в обучении школьников (в качестве основы для совершенствования методов обучения информатике).

Общее представление об основных компонентах предлагаемой модели можно получить из Рисунка 11. При этом для раскрытия блоков «Содержание обучения информатике» и «Средства обучения информатике» необходимы отдельные рисунки, которые будут приведены и описаны ниже. Реализация указанной модели необходима, в том числе и для последующей экспериментальной части исследования, направленной на подтверждение его гипотезы.





Рисунок 11 – Модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности

В представленной модели отражены блоки и компоненты методической системы обучения информатике в основной школе с использованием технологии дополненной реальности, а также их взаимосвязи. Модель состоит из шести основных блоков: «Технология дополненной реальности в курсе информатики», «Цели», «Содержание обучения информатике», «Методы обучения информатике», «Принципы создания и критерии отбора средств обучения информатике», «Средства обучения информатике».

Центральный блок «Технология дополненной реальности в курсе информатики» отображает взаимосвязь технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения. Данный блок также соединен с целями применения технологии дополненной реальности, методами обучения информатике, обусловленными описанными подходами к разработке и использованию средств дополненной реальности, содержанием обучения информатике, а также средствами обучения информатике через блок «Принципы создания и критерии отбора средств обучения информатике».

Блок «Цели» раскрывает основное целеполагание внедрения технологии дополненной реальности в курс информатики основной школы, ориентированное на подготовку школьников к жизни в условиях информационного общества. При этом планируется, что соответствующая глобальная цель обучения будет достигнута за счёт достижения локальных взаимосвязанных целей: обучения технологии дополненной реальности в курсе информатики как перспективной технологии, а также использования технологии дополненной реальности для повышения эффективности обучения информатике в школе.

Блок «Методы обучения информатике» отражает взаимосвязь трёх основных методов, обусловленных подходами к применению дополненной реальности, – замены объекта, комбинирования и добавления информационных слоёв. При этом явно выделяется критерий для такой классификации, в качестве которого выступает зависимость от контекста,

поскольку чем больше виртуальные модели взаимодействуют с реальным окружением, тем выше такая зависимость: замена объекта – зависимость только от положения всего предмета, применение информационных слоёв – зависимость не только от положения предмета, но и от его свойств и состава.

Рассмотрев основные подходы к разработке и применению средств дополненной реальности, в рамках проводимого моделирования необходимо выделить содержательные области школьного курса информатики, для которых эффективным оказалось бы обучение с использованием такой технологии. При обучении содержательной линии «Информация и информационные процессы» формируется представление школьников об информационных процессах, автоматизация которых возможна благодаря применению современных средств информатизации, к числу которых могут быть отнесены и средства дополненной реальности. Ключевое значение для понимания сущности информационных технологий играют понятия «информационные процессы», «информация», закономерности протекания таких процессов в социальных, биологических, технических и других системах. Анализ особенностей и закономерностей, характерных для технологий информатизации, является предпосылкой и условием для осознанного и целенаправленного обучения информационным технологиям, в том числе и в рамках рассмотрения дополненной реальности как объекта для изучения в курсе информатики.

При реализации содержательной линии «Информационные технологии» следует предусмотреть не только изучение видов информационных процессов, таких, например, как передача, сбор, обработка и хранение информации, но и ключевых закономерностей организации информационных процессов. В будущем это будет способствовать выработке у школьников понимания того, что информационные технологии являются совокупностью последовательных действий над информацией, что распространяется и на технологию дополненной реальности.

Такое обучение в рамках модели должно продолжать ставшее традиционным обучение тому, что информация не существует вне формы её представления. В ходе обучения целесообразно рассмотреть способы представления информации с учётом специфики различных видов информационных технологий, в том числе технологии дополненной реальности. Внимание школьников следует обратить на то, что аргументированный выбор формы представления информации способствует, а неудачный – затрудняет информационные процессы и их автоматизацию. Форма представления информации также важна, как и её содержание. Достаточность или недостаточность эффективности формы представления информации зависит от потребностей пользователя и видов решаемых задач. Опираясь на ресурсы и компоненты модели, при обучении информатике школьников необходимо научить подходить к определению эффективности или неэффективности представления информации при помощи технологии дополненной реальности в соответствии с выполняемым заданием, как например, это показано в Приложении 3.

Блок «Содержание обучения информатике» включает в себя отобранный в рамках исследования материал курса информатики основной школы, в котором существует целесообразность использования технологии дополненной реальности как объекта изучения и (или) средства обучения. Кроме того, в данном блоке содержится предложенная новая тема «Технологии дополненной и виртуальной реальности» для добавления в содержание обучения информатике в основной школе. Подробно данный блок модели показан на Рисунке 12.

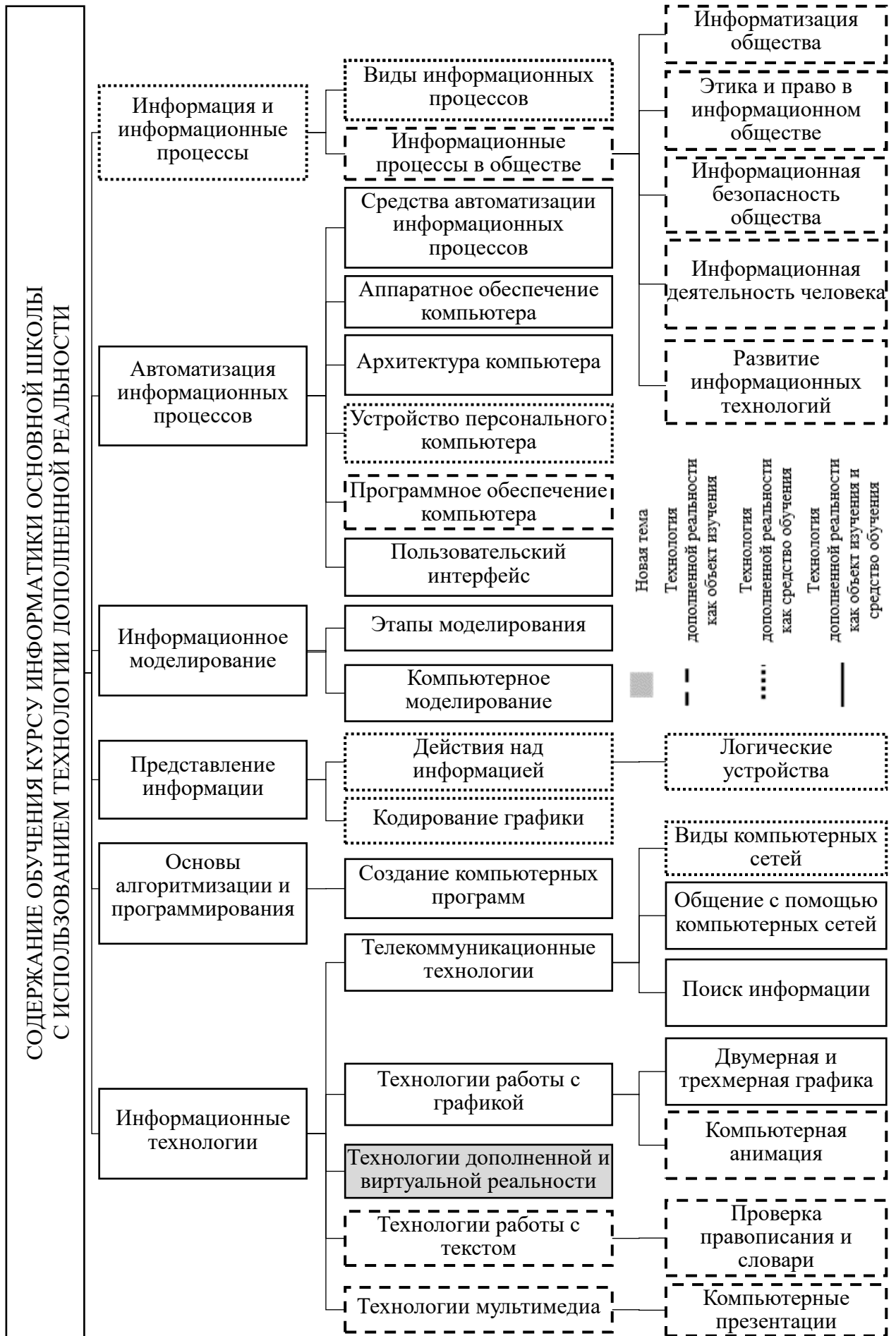


Рисунок 12 – Блок содержания обучения модели методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности

Блок «Принципы создания и критерии отбора средств обучения информатике» содержит требования к средствам обучения информатике, базирующимся на технологии дополненной реальности. Отобранные и разработанные средства обучения должны отвечать технико-технологическим, дидактическим и методическим, психологическим, функциональным, дизайн-эргономическим, эстетическим требованиям, а также требованиям охраны здоровья учащихся и учителей. Многие из таких требований неоднократно описывались в научной литературе [53, 61, 67, 72, 73, 80, 84, 90, 115]. Они дополнены специфическими требованиями, связанными с применением технологии дополненной реальности, и, в совокупности, могут рассматриваться как компонент предлагаемой модели обучения информатике.

К технико-технологическим относятся требования функционирования описываемых компьютерных средств в различных телекоммуникационных средах, операционных системах и платформах, устойчивой работоспособности и надёжности, бесперебойного функционирования на разных компьютерах и устройствах дополненной реальности (требование гетерогенности), защиты от непредусмотренных действий педагогов и обучающихся, устойчивости к дефектам, оправданного и эффективного использования ресурсов, простоты, полноты и надёжности установки и деинсталляции, тестируемости, эффективности позиционирования.

Вводимое техническое *требование эффективности позиционирования* означает, что применяемые в рамках обучения информатике программные и аппаратные средства технологии дополненной реальности устойчиво (при изменении освещения, движении, смене ракурса, течении времени) и верно распознают объекты реального мира и корректно связывают с ними контекстно-зависимые виртуальные объекты или процессы, визуально дополняя ими реальное пространство, что позволяет человеку воспринимать виртуальные объекты частью реального окружения.

К дидактическим и методическим требованиям, помимо стандартных, применяемых к традиционным учебным изданиям, к которым относятся требования доступности, научности, проблемности, наглядности, сознательности, самостоятельности, систематичности, последовательности, интеграции развивающего, образовательного и воспитательного функционала, адаптивности, интерактивности, развития интеллектуального потенциала учащегося, системности и полноты, относятся также особые, предъявляемые к средствам обучения, основанным на использовании технологии дополненной реальности. Среди таких требований можно выделить требования предъявления учебного материала с учётом взаимной связи действенных, понятийных и образных составляющих мышления. Такие средства должны позволять отражать систему научных понятий в виде определенной структуры, с возможностью учета как одноуровневых, так и межуровневых логических взаимосвязей элементов. Следует предусмотреть возможность выполнения разнообразных контролируемых тренировочных действий, учитывать требование целесообразности использования средства обучения, основанного на технологии дополненной реальности.

Дополнительное к традиционным *требование предъявления учебного материала с учётом взаимной связи действенных, понятийных и образных составляющих мышления* обуславливает обязательность взаимосвязанного использования в обучении возможностей средств дополненной реальности не только демонстрации визуальных 3D-моделей (виртуальных объектов), но и манипулирования ими в пространстве, опоры на них как на объект деятельности, а также визуального комментирования виртуальных и реальных объектов с применением понятийного аппарата, доступного для данной возрастной категории школьников.

Другое дополнительное требование *целесообразности использования средства обучения, основанного на технологии дополненной реальности*, означает оправданное применение в обучении подходов, основанных на введении в реальное окружение школьников виртуальных объектов и

процессов, в условиях, когда это необходимо для достижения целей обучения, и когда эти цели невозможно или затруднительно достичь при использовании реальных объектов и процессов.

Среди психологических требований можно выделить необходимость соответствия средств обучения сенсорно-перцептивному, вербально-логическому и представленческому уровням когнитивного процесса, направленность на развитие образного и логического мышления, максимально правдоподобное моделирование «реальных» действий с виртуальными объектами.

Специально вводимое *требование максимально правдоподобного моделирования «реальных» действий с виртуальными объектами* означает необходимость такого построения и использования средств технологии дополненной реальности, при котором у школьников в процессе взаимодействия с виртуальными объектами в рамках обучения формируется ощущение деятельности с объектами реального мира, достаточное для выработки в деятельности требуемых знаний, практических умений и, возможно, навыков.

Функциональные требования описывают, какими характеристиками должны обладать средства обучения, основанные на технологии дополненной реальности, чтобы реализовывать функции, необходимые для учителей и школьников.

Эргономические требования формируются с учётом возрастной специфики учащихся основной школы, направлены на рост мотивации к обучению, задают параметры визуализации различной информации.

Требования здоровьесберегающего и эргономического характера, предъявляемые к средствам обучения с применением дополненной реальности, соответствуют санитарным нормам работы с компьютерами и общеизвестным гигиеническим нормам.

Эстетические требования взаимосвязаны с требованиями эргономического характера. Они задают соответствие эстетических



параметров оформления средств обучения их функциональному предназначению в условиях применения технологии дополненной реальности. Этот вид требований определяет выразительность и порядок визуальных элементов среды обучения, соответствие применённой цветовой гаммы назначению средства информатизации обучения.

Средства обучения информатике в рамках совершенствуемой методической системы планируется разрабатывать, отбирать и использовать на основании перечисленных критериев, а также с учётом соответствующего блока модели обучения информатике, подробно описанного в виде графа на Рисунке 13.

Блок средств обучения описываемой модели состоит из трёх основных компонентов: учащиеся, учитель и средства обучения информатике, базирующиеся на технологии дополненной реальности. В число средств обучения информатике предлагается включить систему учебно-познавательных задач и заданий, предназначенных для изучения и использования технологии дополненной реальности, компьютерную и программную платформу, обеспечивающую работу с технологией дополненной реальности, содержательное наполнение в виде информационных слоёв, 3D-моделей и материальных маркеров дополненной реальности.

Так как в рамках исследуемого подхода дополненная реальность является средством обучения и объектом изучения, то система учебно-познавательных задач состоит как из задач, нацеленных на обучение дополненной реальности, так и из задач, основанных на использовании дополненной реальности. При этом, некоторые из таких задач не имеют строгого разграничения и могут одновременно относиться к обоим типам.

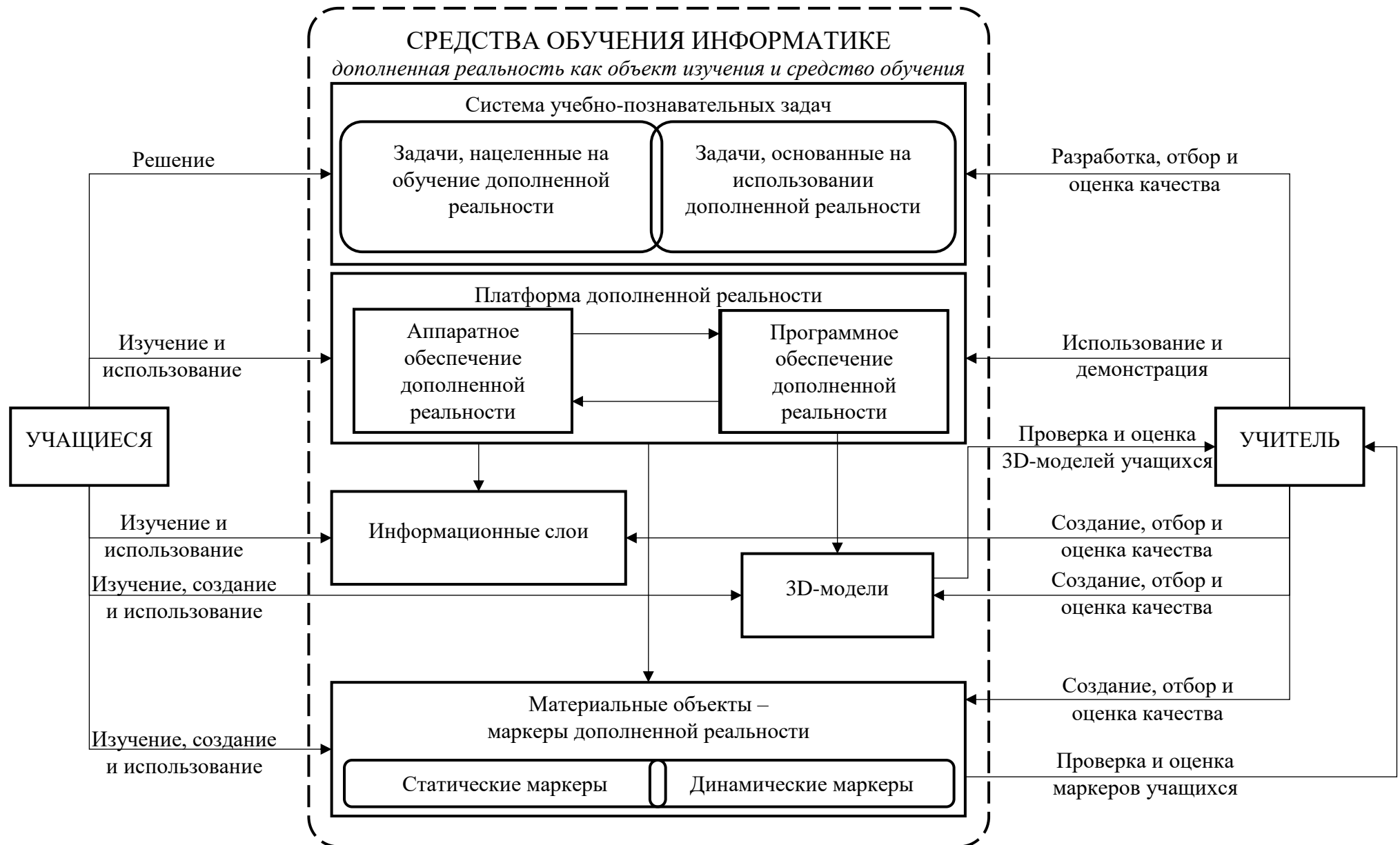


Рисунок 13 – Блок средств обучения модели методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности

Платформой дополненной реальности может являться смартфон, планшетный компьютер, ноутбук, очки дополненной реальности и т.п. При этом, такая платформа должна включать в себя как аппаратное обеспечение дополненной реальности – вычислительные устройства, устройства позиционирования, отображения и другие устройства, так и программное обеспечение – операционную систему, физические, графические и аудио-движки и т.п. Для нормального функционирования устройства дополненной реальности программное обеспечение должно быть совместимо с аппаратным обеспечением и корректно взаимодействовать, отображая информационные слои и 3D-модели.

Для успешного позиционирования виртуальных объектов в окружающем пространстве требуются маркеры дополненной реальности, которые бывают динамическими и статическими.

При разработке, а также в рамках реализации модели предусматривается, что обучающиеся решают и выполняют систему учебно-познавательных задач и заданий, разработанных или отобранных и оценённых учителем. Платформу дополненной реальности учащиеся используют при изучении различных тем курса информатики основной школы, а также изучают саму систему, рассматривая технологию дополненной реальности как объект изучения. Кроме того, учитель использует такую платформу для проверки школьников, а также для демонстрации различных материалов, значимых для обучения различным темам и разделам курса информатики.

Учитель создаёт или отбирает и оценивает качество информационных слоев, используемых и изучаемых учащимися на уроках информатики. Аналогичные действия осуществляются и с 3D-моделями, однако из-за менее сильной контекстной зависимости школьники также способны создавать такие виртуальные объекты, изучая различные темы курса информатики основной школы и параллельно обучаясь создавать системы дополненной реальности. Анализируя 3D-модели учащихся, учитель осуществляет

проверку и оценку разработанных материалов, а через них – и результаты обучения информатике.

В рамках такого обучения школьники могут не только применять маркеры дополненной реальности при использовании одноимённой технологии, но и изучать, а в последствии, и создавать такие маркеры. При этом, учитель имеет возможность осуществлять проверку и оценку маркеров, созданных учащимися.

Очевидно, что структура, содержание, средства и требования, определяемые описываемой моделью, при её реализации должны быть дополнены требованиями актуальных на сегодняшний день образовательных стандартов к знаниям, умениям и навыкам школьников в области информатики. Анализ показывает, что в основу таких стандартов заложен системно-деятельностный подход, который должен лечь в основу интегрированного использования технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и средств обучения в рамках школьного курса информатики. Значимый для реализации модели системно-деятельностный подход предполагает:

– переход к возрастосообразному формированию учебного и воспитательного процессов с учётом психолого-возрастных особенностей, школьников и задач, задающих направление личностного и познавательного развития учащихся;

– учёт индивидуальной специфики каждого школьника, степени его одарённости, наличия ограниченных возможностей здоровья, других факторов и разнообразия организационных форм, обеспечивающих увеличение познавательных мотивов и творческого потенциала, расширение зоны ближайшего развития, а также взаимодействия в познавательной деятельности со взрослыми и сверстниками.

Очевидно, что технология дополненной реальности с учетом её описанных в предыдущей главе свойств обладает существенным потенциалом для расширения реализации такого подхода.

Применение системно-деятельностного подхода при формировании содержания общего образования, в целом, и содержания курса информатики основной школы, в частности, предполагает учёт психолого-возрастных особенностей школьников, изучение учебной, игровой и обобщающей видов деятельности и форм учебного сотрудничества обучающихся, определение формируемых компетенций, знаний, умений и навыков.

Системно-деятельностный подход основан на обобщении теоретических положений А.Г. Асмолова, Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, В.В. Давыдова, А.Н. Леонтьева, В.В. Рубцова, Д.Б. Эльконина и других ведущих ученых [13, 45-48, 59, 60, 100, 120,121, 139]. С позиций современной педагогической психологии итогом обучения должно являться не столько формирование знаний, сколько овладение способами действий, реализуемых посредством умений. Такие цели могут быть достигнуты только в рамках учебной деятельности, в том числе и деятельности, базирующейся на использовании средств технологии дополненной реальности.

Именно в ходе подобной деятельности обучающиеся овладевают её эффективными умениями и приёмами, требуемыми для осуществления такой деятельности. Применение системно-деятельностного подхода предполагает переход от информационного характера обучения с преобладанием репродуктивной, исполнительской деятельности к направленности на развитие личности, способной принимать аргументированные решения в условиях применения новейших информационных технологий, владеющей способами творческой деятельности и создающей новые знания. С учётом вышесказанного при реализации модели структура учебной деятельности школьников должна соответствовать обобщённой структуре деятельности человека в определённой предметной области, реализуемой, в том числе и с применением технологии дополненной реальности.

Моделирование системы обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы позволяет выявить основные направления и способы использования этой новой

технологии при обучении. Благодаря модели для проведения дальнейшего исследования определены необходимые компоненты и межкомпонентные связи, в числе которых можно выделить цели и элементы содержания обучения при условии внедрения рассматриваемой технологии, принципы создания и критерии отбора средств дополненной реальности, методы обучения, роли, отводимые педагогам и обучающимся.

Особое внимание при разработке и описании модели уделялось взаимосвязи использования технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения в рамках обучения информатике учащихся основной школы. Модель отражает, при изучении каких тем и разделов целесообразно внедрение технологии дополненной реальности, какие новые элементы необходимо ввести в содержание курса информатики, и в каких разделах они должны находиться. В ходе моделирования выделены темы, по отношению к которым технология дополненной реальности выступает в качестве средства обучения, объекта изучения, либо интегрировано – в качестве объекта и средства одновременно и взаимосвязано.

Часть предложенной модели, посвящённая средствам обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности, позволяет определить компоненты таких средств, а также особенности взаимодействия учителя и учащихся с помощью рассматриваемых средств обучения.

Представленная модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности является основой для непосредственной разработки её компонентов, что необходимо для последующего экспериментального подтверждения гипотезы исследования.

## **2.2. Компоненты методической системы обучения технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы**

Взаимосвязанное использование технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения позволяет усовершенствовать методическую систему обучения информатике в основной школе. В настоящей части исследования в соответствии с ранее описанной моделью методической системы обучения информатике предлагается разработка её компонентов.

Цели обучения школьников незначительно варьируются в зависимости от замысла авторов того или иного курса информатики. Вне зависимости от этого для компактности изложения рационально привести лишь те дополнения, которые на основании предварительных анализа и моделирования следует учитывать в рамках расширения целей обучения информатике. Такое расширение, в первую очередь, связано с рассмотрением технологии дополненной реальности в качестве объекта для изучения, овладением школьниками понятия «дополненная реальность», особенностями и преимуществами указанной технологии, приёмами её использования как в обучении информатике и другим дисциплинам, так и в рамках бытовой и профессиональной деятельности.

В рамках настоящего исследования *целью обучения технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы* является подготовка учащихся к жизни и работе в информационном обществе путём овладения технологией и средствами дополненной реальности, а также подходами к их созданию, содержательному наполнению и использованию в решении последующих профессиональных и бытовых задач.

С учётом вышеизложенного обучающийся должен:

Знать/понимать:

– сущность, определения, особенности и различия технологий дополненной реальности, дополнения реальности, дополненной виртуальности, виртуальной реальности, смешанной реальности;

– континуум Милграма, виды и компонентный состав устройств дополненной реальности, виды позиционирования, виды маркеров, требования к созданию и специфику использования маркеров;

– историю появления и развития технологии дополненной реальности, виды устройств дополненной реальности и области их эффективного применения, перспективы развития, возможности и ограничения технологии дополненной реальности;

– виды информационных объектов и процессов, которые могут являться наполнением для систем дополненной реальности, основные подходы и средства для создания простейшего содержательного наполнения для систем дополненной реальности;

– примеры эффективного использования технологии дополненной реальности при решении профессиональных и бытовых задач.

Уметь:

– организовать свою деятельность по решению поставленной задачи в процессе обучения различным учебным дисциплинам и другой деятельности с помощью технологии дополненной реальности там, где применение этой технологии приводит к повышению эффективности;

– используя инструментальные системы, создавать простейшие информационные объекты, модели и маркеры для содержательного наполнения средств дополненной реальности;

– используя системы дополненной реальности, демонстрировать виртуальные объекты в реальном окружении;

– адекватно выбирать вид средств дополненной реальности и способов их применения согласно поставленной задаче.



Планируемые результаты обучения:

*Предметные:* уметь определять области эффективного использования технологии дополненной реальности и грамотно применять её на практике.

*Личностные:* уметь взаимодействовать с дополнительной информацией при решении личных бытовых и профессиональных задач.

*Метапредметные:* уметь применять технологию и средства дополненной реальности при обучении информатике и другим учебным дисциплинам, в работе и жизни.

Образовательные задачи:

*Обучение:* дать представление обучающимся о технологии дополненной реальности, её сущности, особенностях и областях эффективного применения.

*Воспитание:* развить информационную культуру обучающихся.

*Развитие:* способствовать формированию творческой активности обучающихся; повысить познавательный интерес к учебной дисциплине; развить навыки и способности критического мышления (навыки сопоставления, формулирования и проверки гипотез – правил решения задач, умений анализировать способы решения задач); развить не только логическое, но и образное мышление, фантазии школьников и их способность рассуждать.

Другая группа целей в соответствии с предложенной моделью обуславливает направления использования технологии дополненной реальности для создания и применения новых средств обучения информатике, в свою очередь, порождающих обновление методов, учебных задач и заданий для подготовки школьников.

*Целями использования технологии дополненной реальности при обучении информатике в основной школе* является обеспечение процесса освоения школьниками основ создания и использования технологии дополненной реальности (взаимосвязь использования технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения), общее повышение эффективности обучения различным разделам и темам

курса информатики, в том числе путём повышения наглядности учебных материалов и расширения системы обучения информатике за счёт проведения ранее недоступных лабораторных работ и демонстраций.

Из перечислений видно, что по своей специфике и применённым подходам к отбору и формулировке вышеуказанные цели обеих групп являются взаимосвязанными, подразумевающими, в частности, применение средств дополненной реальности и соответствующих виртуальных объектов для обучения школьников, в том числе и, собственно, технологии дополненной реальности.

Для определения содержания обучения как компонента обновляемой методической системы необходимо рассмотреть в качестве основы и дополнить одну из учебных программ по информатике для основной школы. В качестве примера в рамках настоящего исследования для развития была выбрана примерная учебная программа курса «Информатика и информационно-телекоммуникационные технологии» для обучающихся основной школы авторов А.А. Кузнецова, С.Г. Григорьева, В.В. Гриншкунa, И.В. Левченко, О.Ю. Заславской, приводимая с небольшими изменениями [78]. Дополнения в содержание обучения, связанные с изучением и использованием технологии дополненной реальности, выделены курсивом.

В целом, содержание обучение информатике предлагается осуществлять в рамках 11-ти ранее принятых и описанных разделов: «Информация и информационные процессы», «Представление и кодирование информации», «Измерение информации», «Аппаратное обеспечение компьютера», «Программное обеспечение компьютера», «Системы счисления», «Основы математической логики», «Алгоритмизация и программирование», «Формализация и моделирование», «Основы социальной информатики», «Информационные технологии». В указанные разделы включаются новые темы, непосредственно связанные с изучением технологии дополненной реальности, а также соответствующие содержательные элементы добавляются внутрь других, ранее включённых тем.

Так, например, темы «Растровый способ кодирования графического изображения», «Векторный и фрактальный способы кодирования графического изображения» по своему названию остаются без изменения, но при их изучении, выполнении соответствующих задач и заданий, затрагиваются, в том числе и особенности применения таких способов кодирования графических изображений при создании и использовании 3D-моделей и других виртуальных объектов для систем дополненной реальности, что будет отражено в следующем параграфе диссертации при описании предлагаемых заданий для школьников.

С учётом вышесказанного содержание обучения информатике в основной школе предлагается усовершенствовать следующим образом.

Раздел 1. Информация и информационные процессы. Определения информации. Свойства информации. Способы восприятия и виды информации. Информационные процессы и их виды. Единство информационных процессов, протекающих в системах различной природы. Запоминание, восприятие и преобразование информации живыми организмами. Информационные аспекты жизни и деятельности человека. *Визуализация информационных процессов.* Автоматизация информационных процессов. Информационные носители и их виды. Обработка информации. Взаимосвязь обработки, хранения и передачи информации. Источники и приёмники при передаче информации. Виды каналов связи. Искажение информации при передаче, защита от шума. Управление как информационный процесс. Замкнутая и разомкнутая система управления. Автоматизированные, неавтоматизированные и автоматические системы управления.

Раздел 2. Представление и кодирование информации. Формы представления информации. Представления информации при помощи языка. Виды и назначение языков. Непрерывное и дискретное представление информации. Символы и знаки. Алфавит и его мощность. Код. Кодирование и декодирование. Непрерывный и дискретный сигнал. Технические устройства, взаимодействующие с разными сигналами. Кодирование численных данных.

Беззнаковое и знаковое кодирование целых чисел. Кодирование текстовых данных при помощи таблиц кодировки. Кодирование графических данных. *Распознавание образов*. Растровый способ кодирования графического изображения. Растр и пиксель. Кодирование цветов пикселей. Векторный и фрактальный способы кодирования графического изображения. Кодирование звуковых данных. Глубина кодирования звука. Частота дискретизации.

Раздел 3. Измерение информации. Измерение количества информации в сообщении с учётом его смысла. Единицы измерения количества информации. Взаимосвязь единиц измерения количества информации. Определение количества информации по формуле Р. Хартли и методом половинного деления. Измерение количества информации с учётом количества символов алфавита в сообщении. Количество информации в символьном сообщении. Ёмкость памяти, необходимая для хранения информации. Определение объёмов памяти, необходимых для хранения растровых изображений и звука. Скорость передачи информации.

Раздел 4. Аппаратное обеспечение компьютера. Компьютер как средство автоматизации информационных процессов. Взаимосвязь функциональных устройств в составе компьютера. Глобальные и локальные компьютерные сети. Аппаратное обеспечение компьютера. Устройства ввода и вывода, их виды. *Распознавание образов как способ ввода информации*. Процессор и его состав. Внешняя и внутренняя память компьютера. Организация памяти компьютера. *Устройства дополненной реальности и их виды*. Архитектура и конфигурация компьютера. Принципы функционирования компьютера. Персональный компьютер. Взаимосвязь основных устройств компьютера. *Аппаратное обеспечение устройств дополненной реальности*. Линии связи и аппаратное обеспечение компьютерных сетей. Видовой состав компьютеров. Техника безопасности при использовании компьютерной техники.

Раздел 5. Программное обеспечение компьютера. Виды программного обеспечения компьютера. Прикладное, системное и инструментальное

программное обеспечение. Компоненты операционной системы и их назначение. Сервисные программы. Архиваторы. Антивирусные системы. Прикладные программы специального и общего назначения. *Программное обеспечение устройств дополненной реальности*. Языки программирования и инструментальное программное обеспечение. Назначение файловой системы. Файлы и каталоги. Иерархические и одноуровневые файловые системы. Пользовательский интерфейс. *Дополненная реальность как компьютерный интерфейс*. Графический пользовательский интерфейс. Меню и его виды. Указатель мыши и текстовый курсор. Окна и их виды. Виды объектов интерфейса операционной системы.

Раздел 6. Системы счисления. Системы счисления. Позиционные и непозиционные системы счисления. Основание позиционных систем счисления и алфавит. Преимущества и особенности двоичного и шестнадцатеричного кодирования. Перевод целых чисел из позиционных систем счисления в десятичную систему счисления. Перевод целых чисел из десятичной системы счисления в другие позиционные системы счисления. Взаимосвязь шестнадцатеричных и двоичных чисел. Сложение двоичных чисел.

Раздел 7. Основы математической логики. Высказывания. Сложные и простые высказывания. Логические константы и переменные. Логическое отрицание, сложение и умножение. Таблицы истинности. Порядок логических операций. Логические функции и выражения. Таблицы истинности для логической функции. Логические преобразователи. Построение логических схем. Логические устройства для сложения и хранения двоичных одноразрядных чисел.

Раздел 8. Формализация и моделирование. Объекты, их характеристики и виды. Экземпляр объекта. Структура системы и составляющие системы. Системные свойства. Модель. Виды моделей. Моделирование как способ познания мира. *Особенности моделирования физических процессов при использовании технологии дополненной реальности*. Информационные

модели и их виды. Системный анализ и формализация. *Дополненная реальность как средство проецирования виртуальных моделей на реальный мир*. Использование математических моделей при описании информационных моделей. Представление информационных моделей при помощи цепочек символов, списков, чисел, графов и деревьев. Компьютерные модели. Компьютерный эксперимент. *Создание моделей для систем дополненной реальности*. Этапы моделирования. Компьютерное моделирование. Этапы решения задач с применением компьютерной техники.

Раздел 9. Алгоритмизация и программирование. Алгоритм. Свойства алгоритмов. Исполнители алгоритмов. Запись алгоритма при помощи блок-схем. Основные алгоритмические структуры. Команда следования. Команды ветвления и повторения как составные команды. Линейный, разветвляющийся, циклический и вспомогательный алгоритмы. Формальные языки. Формальное исполнение алгоритма. Величина. Характеристики величины. Простые величины. Типы данных. Команды присваивания, ввода и вывода. Операторы языка программирования высокого уровня. Структура программы. Системы программирования. Запуск программы на исполнение. Верификация результата исполнения программы. Тестирование и отладка. *Программирование устройств дополненной реальности. Программирование распознавания образов*. Технологии разработки алгоритмов.

Раздел 10. Информационные технологии. Графические редакторы. Векторная и растровая компьютерная графика. Операции с векторными и растровыми графическими объектами. Популярные инструменты и команды графических редакторов. 2D- и 3D-графика. *3D-моделирование в системах дополненной реальности*. Компьютерная анимация. *Применение голограмм технологии дополненной реальности*. Средства, технологии и ресурсы мультимедиа. *Технологии дополненной и виртуальной реальности как технологии мультимедиа*. Обработка видео и звука. Разработка ресурсов мультимедиа, гипермедиа, *виртуальной и дополненной реальности*. Форматы звуковых, графических и видео файлов. Телекоммуникационные технологии.

Популярные сервисы сети Интернет. Поиск информации в телекоммуникационных сетях. Совместная работа в сети. Разработка информационных ресурсов для телекоммуникационных сетей. Редактирование и форматирование элементов текста. Текстовые редакторы и процессоры. Словари. Проверка правописания. *Перевод текстовой информации системами дополненной реальности*. Списки, таблицы, изображения, диаграммы и формулы в тексте. Разработка гипертекста. Виды текстовых файлов. Электронные таблицы. Типы данных в электронных таблицах. Адреса ячеек. Табличный процессор. Работа с функциями и формулами. Фильтрация и сортировка. Создание диаграмм. Базы данных. Виды баз данных. Системы управления базами данных. Создание записей и поиск в базе данных.

Раздел 11. Основы социальной информатики. Историческое развитие средств и приёмов работы с информацией. Информационные революции. Информатизация общества. Информационные технологии и их виды. Развитие информационных технологий. *Применение технологии дополненной реальности как этап информатизации общества*. История создания, поколения электронных вычислительных машин (ЭВМ) и компьютеров. Развитие элементной базы, увеличение быстродействия и совершенствование программного обеспечения компьютеров. *История появления и развития технологии дополненной реальности*. Информационное общество. Информационные ресурсы общества. Информационные технологии в разных сферах жизни и деятельности человека. Информационные образовательные ресурсы. Этикет взаимодействия в телекоммуникационных сетях. Правовые и этические аспекты информационного общества. *Этика применения технологии дополненной реальности*. Информационная безопасность общества и личности.

Указанное расширенное содержание курса информатики и положения описанной ранее модели позволяют определить общую методику (последовательность) изучения разделов курса информатики с учётом

отношения к системам дополненной реальности и как к объекту изучения, и как к средству обучения. В связи с тем, что в современной отечественной системе образования классы основной школы, в которых изучается подобный курс информатики, варьируются в зависимости от реализуемого в конкретной школе учебного плана целесообразно говорить о последовательности изучения разделов и тем курса информатики, а также последовательности изучения дополненной реальности и использования средств обучения, основанных на ней, без привязки к конкретным классам основной школы. Как правило, такое обучение может осуществляться в 7-9 или 8-9 классах основной школы, что не принципиально с точки зрения исследования эффективности обучения технологии дополненной реальности.

В Таблице 1 в рамках общего описания методов как ещё одного компонента формируемой методической системы приведен фрагмент тематического планирования обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы. Главы в первом столбце таблицы во многом отражают структуру и наименование разделов описанного выше содержания обучения, но разбивают учебный материал на более равномерные по размеру части, более удобные для ориентирования, преподавания и изучения. Остальные столбцы таблицы содержат краткие описания примеров, способствующих изучению или использованию технологии дополненной реальности, являющихся частью предлагаемых методов обучения. Многие из приводимых примеров, задач и заданий будут более детально описаны в параграфе 2.3 настоящей диссертации, посвященном разработке и применению новых средств обучения информатике.



Таблица 1 – Фрагмент тематического планирования обучения  
и использования технологии дополненной реальности  
в курсе информатики основной школы

Главы и темы курса информатики основной школы	Использование технологии дополненной реальности		
	Возможности и особенности дополненной реальности	Дополненная реальность как объект изучения	Дополненная реальность как средство обучения
<i>Введение. Наука информатика</i>			
<i>Глава 1. Информация. Информационные процессы</i>			
1. Информация и её свойства			
2. Виды информации. Представление информации	Системы дополненной реальности демонстрируют визуальную и звуковую информацию		Отображение в качестве примеров анимированных и озвученных 3D-объектов в системе дополненной реальности
3. Количество информации. Содержательный подход к измерению информации			
4. Единицы измерения информации. Алфавитный подход к измерению информации			
5. Понятие информационных процессов. Искусственные и естественные информационные процессы	Системы дополненной реальности демонстрируют примеры информационных процессов		Визуализация информации за счёт отображения информационных слоёв на объектах реального мира. Обработка данных маркера, поиск и отображение

			виртуального объекта
6. Обработка, хранение и передача информации	Визуализация обработки и передачи информации при помощи систем дополненной реальности		Визуализация «невных» информационных процессов, например, демонстрация передачи информации между клавиатурой и компьютером показывает, что информационные процессы не всегда видимы
7. Управление – информационный процесс. Системы и объекты.			
<i>Глава 2. Автоматизация информационных процессов. Компьютерная техника</i>			
8. Информационная деятельность общества. Развитие информационных технологий	Появление технологии дополненной реальности является одной из ступеней развития информационных технологий	Обсуждение основных преимуществ технологии дополненной реальности и объяснение её роли и места в сфере информационных технологий	Демонстрация на примерах обсуждаемых преимуществ технологии дополненной реальности
9. Автоматизация информационных процессов при помощи компьютерной техники	Технология дополненной реальности является одной из технологий автоматизации информационных процессов	Определение и обсуждение областей использования технологии дополненной реальности в качестве средства информатизации и автоматизации	Демонстрация использования систем дополненной реальности для автоматизации отдельных видов работ, например, использование контекстных

		различных процессов	подсказок и навигации при хранении и поиске на складах
10. Аппаратное обеспечение компьютерной техники	Аппаратное обеспечение устройств, работающих с технологией дополненной реальности, – разновидность аппаратного обеспечения компьютерной техники	Изучение конструктивных компонентов, необходимых для реализации технологии дополненной реальности. Описание школьниками их видового состава, предназначения и особенностей функционирования	Демонстрация технических устройств дополненной реальности.
11. Архитектура компьютерной техники. Принципы функционирования компьютеров	Архитектура компьютерных устройств дополненной реальности обладает особенностями	Изучение архитектуры устройств дополненной реальности. Поиск и обсуждение школьниками характерных черт и особенностей устройств дополненной реальности	Демонстрация архитектуры компьютера, при которой графическое изображение (схема) архитектуры отображается на реальном компьютерном устройстве
12. Компонентный состав персональных компьютеров	Использование маркеров и виртуальных контекстных подсказок может способствовать изучению или сборке реального персонального компьютера		Лабораторная работа «Сборка персонального компьютера», состоящая из двух этапов: сборка модели персонального компьютера с помощью маркеров дополненной реальности и

			последующая сборка реального персонального компьютера с применением виртуальных контекстных подсказок
13. Программное обеспечение компьютерной техники	Программное обеспечение для реализации технологии дополненной реальности как часть программного обеспечения компьютерной техники	Рассмотрение видового состава и особенностей программного обеспечения систем дополненной реальности: распознавание образов, позиционирование, моделирование, симуляция различных процессов	Демонстрация работы компьютерных программ систем дополненной реальности: распознавание образов, позиционирование, моделирование, симуляция различных процессов
14. Файл. Файловые системы компьютеров			
15. Взаимодействие человека и компьютера. Интерфейсы	Технология дополненной реальности порождает новый особый пользовательский интерфейс	Рассмотрение особенностей и преимуществ технологии дополненной реальности как нового вида пользовательского интерфейса	Демонстрация контекстных подсказок к традиционному пользовательскому интерфейсу (например, горячие клавиши, отображаемые в виде информационного слоя поверх реальной клавиатуры)
16. Технологии дополненной и виртуальной реальности	Технологии дополненной реальности обладают особым	Изучение принципов создания и применения	Разбор элементной базы устройства дополненной (виртуальной)

	устройством, принципами, возможностями и преимуществами	систем дополненной реальности, континуума Милграма «Реальность-Виртуальность», классификации технологий дополненной реальности. Создание школьниками кейса с использованием технологии дополненной реальности	реальности с помощью технологии дополненной реальности (технология «рентгеновский взгляд» и другие технологии)
17. Совершенствование информационных технологий	Технология дополненной реальности как развивающаяся современная информационная технология (технология новой индустриальной революции)	Обсуждение направлений дальнейшего развития технологии дополненной реальности. Изменение соотношения с реальностью и виртуальной реальностью с течением времени	Демонстрация появившихся с течением времени устройств дополненной реальности (например, очки дополненной реальности, 3D-сканер и др.)
<i>Глава 3. Представление и кодирование информации</i>			
18. Способы представления числовой информации. Позиционные системы счисления			
19. Десятичная, двоичная и шестнадцатеричная системы счисления			
20. Кодирование числовой информации			

21. Кодирование текстовой информации			
22. Кодирование графической информации	Системы распознавания образов в рамках технологии дополненной реальности являются системами кодирования графической информации	Изучение особенностей системы распознавания образов в системах дополненной реальности в качестве примера подхода к кодированию графики	
23. Кодирование звуковой информации			
<i>Глава 4. Действия над информацией. Основные операции</i>			
24. Логические высказывания и операции			
25. Логические выражения			
26. Логические функции и логические схемы			
27. Логические устройства компьютера	Технология дополненной реальности позволяет визуализировать сигналы в логических схемах		Лабораторная работа по сборке логических схем компьютера. Визуализация сигнала с помощью технологии дополненной реальности, путём использования информационных слоёв
<i>Глава 5. Действия над информацией. Информационное моделирование</i>			
28. Моделирование. Виды моделей	Системы дополненной реальности могут демонстрировать		Демонстрация при помощи систем дополненной реальности

	компьютерные модели реальных или вымышленных объектов		примеры моделей разных типов
29. Информационные модели			
30. Технология моделирования	Системы дополненной реальности как один из полноценных инструментов компьютерного моделирования	Изучение особенностей создания систем моделей для использования в рамках технологии дополненной реальности. Изучение этапов моделирования на примере работы с системами дополненной реальности	Лабораторная работа по этапной разработке модели физического процесса в системе (конструкторе) дополненной реальности маркерного типа
31. Моделирование при помощи компьютеров	Системы дополненной реальности как один из полноценных инструментов компьютерного моделирования	Изучение особенностей построения и использования 3D-моделей для систем дополненной реальности	Лабораторная работа по созданию 3D-модели жёсткого диска компьютера для системы дополненной реальности. Демонстрация разработанной 3D-модели проецированием на реальный жёсткий диск с помощью технологии дополненной реальности
<i>Глава 6. Действия над информацией. Алгоритмы</i>			
32. Алгоритмы и их свойства. Исполнители			

33. Способы записи и тестирования алгоритмов			
34. Основные алгоритмические конструкции. Вспомогательные алгоритмы			
35. Технологии создания алгоритмов. Системы и средства программирования			
36. Линейные алгоритмы			
37. Разветвляющиеся алгоритмы			
38. Циклические алгоритмы			
39. Разработка программ для компьютеров	Технология программирования используется для работы с системами дополненной реальности	Обучение простейшим основам и приёмам программирования для систем дополненной реальности	Лабораторная работа по написанию простейшей программы-скрипта для системы дополненной реальности. Визуализация написанного алгоритма «в реальном мире»
<i>Глава 7. Телекоммуникационные процессы</i>			
40. Телекоммуникационные технологии и компьютерные сети	Системы дополненной реальности позволяют визуализировать процесс прохождения сигнала в компьютерных сетях		Демонстрация и анализ особенностей работы беспроводных телекоммуникационных технологий за счёт визуализации распространения Wi-Fi-сигнала в



			конкретном помещении
41. Общение при помощи телекоммуникационных сетей	Голографические технологии в рамках технологии дополненной реальности как средство коммуникации в компьютерных сетях	Изучение приёмов транслирования объектов с использованием технологии дополненной реальности на примере голографических технологий	3D-сканирование объектов, их передача и отображение в системах дополненной реальности
42. Информационные ресурсы компьютерных сетей	Информационные ресурсы, посвящённые технологии дополненной реальности и основанные на этой технологии	Обзор и систематизация информационных ресурсов, описывающих технологию дополненной реальности, коллекций виртуальных объектов и ресурсов, базирующихся на этой технологии	Работа с информационным и ресурсами компьютерных сетей, описывающими или использующими технологию дополненной реальности
43. Поиск информации	Рассмотрение технологии дополненной реальности в качестве поискового инструмента, основанного на распознавании образов	Обзор современных средств поиска информации, основанных на технологии дополненной реальности. Обсуждение областей их эффективного использования	
44. Разработка информационных ресурсов для телекоммуникационных сетей			

<i>Глава 8. Обработка, передача и хранение графики</i>			
45. Векторная и растровая компьютерная графика			
46. Растровые графические редакторы	Маркеры для реализации технологии дополненной реальности могут являться растровыми изображениями	Выполнение задания на создание в графическом редакторе растрового изображения, используемого в дальнейшем в качестве работоспособного маркера для системы дополненной реальности	
47. Векторные графические редакторы	Маркеры для реализации технологии дополненной реальности могут являться векторными изображениями	Выполнение задания на создание в графическом редакторе векторного изображения, используемого в дальнейшем в качестве работоспособного маркера для системы дополненной реальности	
48. Стилиевые и геометрические преобразования графики			
49. Композиция и декомпозиция			
50. Двумерная и трехмерная компьютерная графика	Двумерная и трехмерная графика лежат в основе	Изучение способов ввода графических объектов для	Лабораторная работа по созданию

	создания и использования виртуальных объектов в рамках технологии дополненной реальности	систем дополненной реальности. Манипуляторы как средство ввода трехмерных графических изображений	школьниками заданных виртуальных пространственных объектов при помощи манипуляторов и технологии виртуальной реальности. Проверка работ, выполненных в виртуальной реальности, учителем с помощью технологии дополненной реальности
51. Компьютерная анимация	Большинство компьютерных моделей, используемых в системах дополненной реальности, являются анимированными	Изучение способов разработки и использования анимированных изображений для систем дополненной реальности	Лабораторная работа по созданию анимированных образов для моделей, применяемых в системах дополненной реальности. Анимирование работы жёсткого диска компьютера
<i>Глава 9. Обработка, передача и хранение текста</i>			
52. Текст. Составляющие текста. Текстовые редакторы			
53. Форматирование и редактирование текста			
54. Словари. Проверка правописания.	Системы дополненной реальности обладают встроенной	Изучение возможностей и особенностей технологии дополненной	Применение технологии дополненной реальности в качестве онлайн-

	функцией онлайн-перевода текстовых и звуковых сообщений	реальности при контекстном переводе с помощью информационных слоёв	переводчика текстовых и звуковых сообщений
55. Таблицы в текстовых документах и работа с ними			
56. Графические изображения в текстовых документах и работа с ними			
57. Одновременная работа с несколькими текстами			
58. Гипертекст, его особенности, создание и использование	Средства дополненной реальности обладают возможностью наглядной демонстрации структуры гипертекста		Использование систем дополненной реальности для демонстрации структуры гипертекстового документа в виде пространственного графа с вершинами (статьями) и связями (гиперссылками)
<i>Глава 10. Обработка, передача и хранение чисел</i>			
59. Электронные таблицы. Табличные процессоры			
60. Данные и ячейки электронной таблицы			
61. Адресация ячеек электронных таблиц			
62. Фильтрация и сортировка данных в электронных таблицах			

63. Функции и формулы в электронных таблицах			
64. Диаграммы в электронных таблицах			
65. Одновременная работа с несколькими таблицами			
<i>Глава 11. Обработка, передача и хранение баз данных</i>			
66. Базы данных. Виды баз данных. Системы управления базами данных			
67. Записи и поля баз данных			
68. Формирование баз данных			
69. Поиск и сортировка в базах данных			
70. Одновременная работа с несколькими базами данных			
<i>Глава 12. Процессы мультимедиа</i>			
71. Технологии, средства и ресурсы мультимедиа			
72. Обработка звука			
73. Обработка видео			
74. Разработка мультимедиа и гипермедиа ресурсов	Анимированные и озвученные виртуальные модели, применяемые в рамках технологии дополненной реальности, являются мультимедиа ресурсами	Изучение и применение способов анимации и озвучения 3D-моделей для систем дополненной реальности	Лабораторная работа по использованию мультимедиа-конструктора для анимирования и озвучения заданных 3D-моделей для использования в системе дополненной реальности

75. Разработка и демонстрация компьютерных презентаций		Обзор возможностей применения технологии дополненной реальности при создании презентаций для повышения наглядности материала	Внедрение технологии дополненной реальности повышает наглядность презентуемого материала
<i>Глава 13. Информационные процессы в обществе</i>			
76. Особенности и перспективы информатизации общества	Дополненная реальность – перспективная информационная технология, влияющая на развитие информационного общества	Обсуждение роли технологии дополненной реальности в информатизации общества. Изучение возможных перспектив развития информационного общества в связи с применением этой технологии	
77. Этические и правовые нормы поведения членов информационного общества	Создание и массовое применение систем дополненной реальности порождает проблемы правового и этического характера	Выявление и обсуждение этических и правовых проблем использования технологии дополненной реальности (вторжение в частную жизнь), распознавания лиц людей и доступа к персональной информации с помощью систем дополненной реальности	Демонстрация примеров нарушения этических и правовых норм при использовании систем дополненной реальности (например, неправомерной публикации персональных данных в информационных слоях)

			дополненной реальности)
78. Информационная безопасность	Системы дополненной реальности подвержены угрозам нарушения информационной безопасности	Выявление и обсуждение проблем информационной безопасности при использовании технологии дополненной реальности	Демонстрация примеров нарушения информационной безопасности при использовании систем дополненной реальности (например, преднамеренное дистанционное искажение данных в информационных слоях дополненной реальности)

Приведенная таблица, основывающаяся на подходах и идеях предложенной модели, демонстрирует возможности обучения и использования технологии дополненной реальности в конкретных разделах и темах курса информатики основной школы. При описании глав и тем предложения по обучению и использованию технологии дополненной реальности умышлено приведены с избытком. Наличие тех или иных пунктов в таблице не означает обязательность полноценного рассмотрения этой технологии при изучении всех указанных тем, если они непосредственно не связаны с рассмотрением дополненной реальности в качестве объекта для изучения. Аналогично не обязательными к проведению и учёту являются многие из упомянутых лабораторных работ, а также примеры использования систем дополненной реальности в качестве средства обучения отдельным темам курса информатики основной школы. При этом за счёт таких предложений учителя информатики имеют возможность выбора и образцы для

использования технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения.

Следует также отметить, что отсутствие предложений по применению исследуемых технологий в некоторых темах не означает невозможность такого использования. Различные авторские методы обучения информатике могут предусматривать применение средств дополненной реальности в качестве средств обучения таким, например, темам, как технологии создания алгоритмов, кодирование звуковой информации, измерение информации или логические выражения и высказывания. При этом практически все указанные приёмы и содержательные направления использования технологии дополненной реальности в указанном порядке применялись при проведении апробации разработанных средств и опытного обучения школьников в рамках настоящего исследования.

Для практического внедрения описанных выше компонент методической системы обучения информатике необходимы отбор существующих и разработка недостающих визуальных средств и моделей дополненной реальности. Их наличие, а также разработанные с их учётом задачи, задания, примеры, образцы и другой учебный материал для школьников позволят провести экспериментальную проверку эффективности обучения и использования технологии дополненной реальности при подготовке учащихся основной школы по информатике.



### **2.3. Формирование и использование системы визуальных средств дополненной реальности для обучения информатике в основной школе**

Обучение информатике в основной школе в рамках реализации описанной выше модели может осуществляться как на основе уже имеющихся визуальных средств дополненной реальности, так и на основе специально разработанных систем. Важно, чтобы отбираемые, создаваемые и применяемые визуальные средства корректно соотносились с содержанием и методами обучения информатике, отвечали его целям, демонстрировали необходимые элементы содержания или были востребованы для решения и выполнения задач. Во многом, такие демонстрации и задания определены Таблицей 1. Совместно с компонентами модели, отраженными на Рисунке 13, они могут являться ориентирами для отбора и разработки средств дополненной реальности, значимых как для обучения этой технологии, так и для её использования при подготовке школьников по информатике.

В первую очередь, говоря о *визуальных средствах дополненной реальности*, речь должна идти о формировании комплекта средств, воздействующих на органы зрения человека, – статические и динамические 2D- и 3D-модели, образцы информационных слоёв, маркеры дополненной реальности. Такие средства могут быть дополнены звуковой информацией, играющей в данном случае второстепенную роль. Важно отметить, что существующие редакторы, конструкторы и технологии (например, технология программирования) позволяют создавать несложные визуальные средства дополненной реальности указанных видов и учителям информатики, и школьникам.

Анализ специфики технологии дополненной реальности, описанный в первой главе диссертации, позволяет выделить четыре способа её применения в образовании, в том числе и для обучения информатике (Рисунок 14). Такие способы могут играть роль основных ориентиров для создания и использования исследуемых визуальных средств.

*Способ 1. Замена виртуальных объектов реальными.* Отличительной чертой этого способа является то, что он разделён на два этапа. В начале при изучении информатики учащийся выполняет часть задания с помощью технологии дополненной реальности, изучая на основе манипулирования визуальными виртуальными объектами порядок работы и необходимые элементы. После выполнения заданных действий над визуальными средствами дополненной реальности для выработки практических умений и навыков учащийся допускается к выполнению задания на реальных объектах.

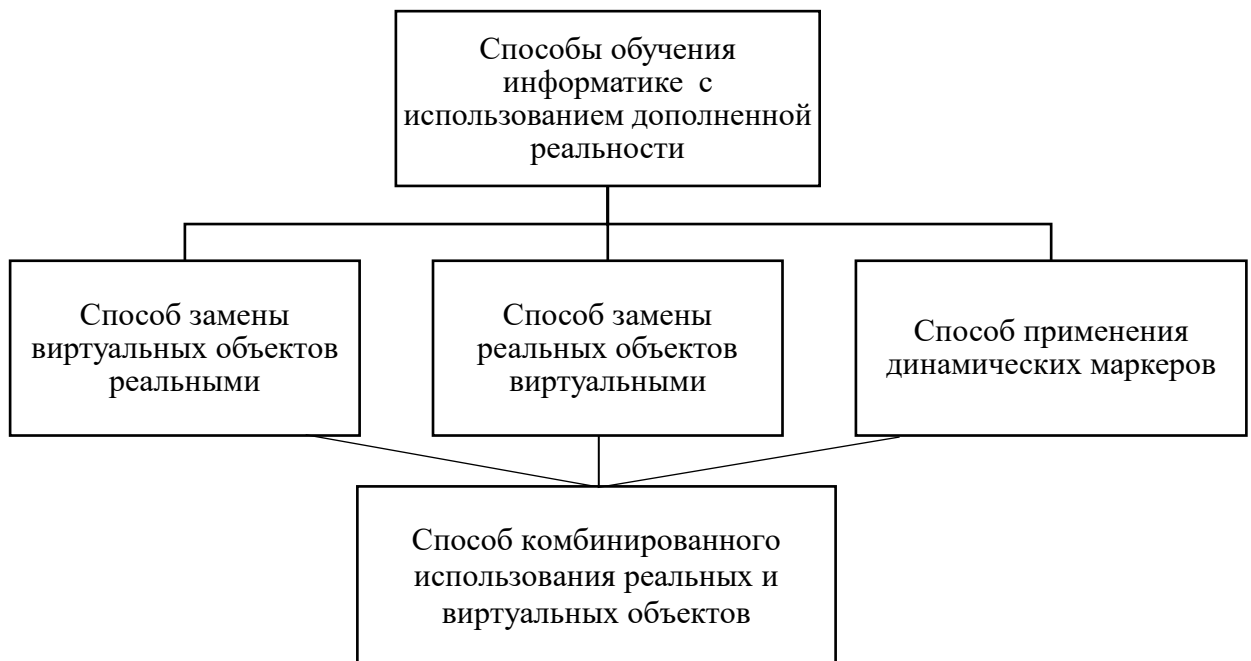


Рисунок 14 – Способы обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности

Примером соответствующих заданий для школьников являются задания на сборку компьютера при изучении архитектуры компьютеров. Учащиеся сначала собирают компьютер с помощью системы дополненной реальности, используя для этого заранее заготовленные учителем маркеры и размещая их в соответствующих местах. Если всё собрано верно, модель визуально имитирует включение и запуск работы компьютера. После такой

подготовки учащиеся собирают настоящий компьютер. При этом они уже знают расположение всех элементов и, собирая настоящий компьютер, формируют практические умения установки его отдельных частей.

Область применения: высокий уровень вхождения для выполнения практической работы, используется дорогостоящее и (или) хрупкое оборудование.

*Способ 2. Замена реальных объектов виртуальными.* Самый простой с точки зрения реализации способ. С помощью заранее разработанных визуальных объектов системы дополненной реальности обучающийся может увидеть вместо маркера практически любой виртуальный объект. При этом такой плоский или объемный визуальный объект может быть как статическим, так и динамическим, обладать возможностью интерактивного взаимодействия. Главное преимущество данного способа в том, что при обучении информатике можно использовать практически любой объект, что без использования технологии дополненной реальности зачастую невозможно. В отличие от работы с простыми компьютерными моделями с помощью технологии дополненной реальности появляется возможность приблизить выполняемую работу к реальным условиям за счёт манипуляции физически существующими маркерами, которые «символизируют» изучаемые объекты.

Примером демонстрации такого типа, применяемой при обучении разделу «Архитектура компьютера» курса информатики, является отображение на маркере 3D-модели жёсткого диска компьютера в разборе. При этом такую модель можно рассматривать с разных сторон, изменять масштаб и различные элементы. В рамках настоящего исследования такая демонстрация была проведена в рамках обучения информатике учащихся 6 класса ГБОУ г. Москвы «Школа №1409» (Рисунок 15).

Область применения: работа с объектами, по различным причинам недоступными для педагогов и школьников (стоимость, опасность, размеры).

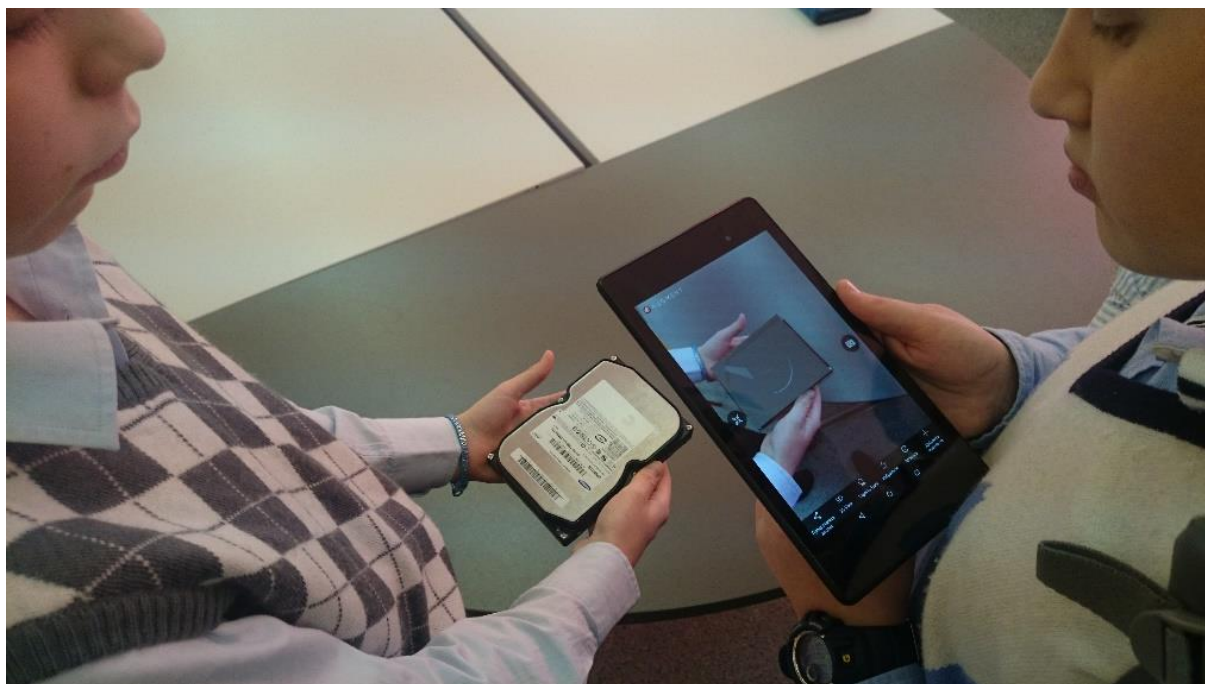


Рисунок 15 – Учебная демонстрация, основанная на замене реального жёсткого диска на виртуальный жёсткий диск «в разрезе»

*Способ 3. Комбинированное применение реальных и виртуальных объектов* – комбинация предыдущих двух способов. Является самым эффективным и показательным, однако самым труднореализуемым способом. В рамках данного способа на реальных объектах отображаются дополнительные информационные слои, как правило, отображающие схемы, принципы работы и инструкции. Сложность создания соответствующих заданий заключается в том, что необходимо иметь в наличии реальный объект изучения (либо его физическую модель) и, кроме того, адаптировать систему дополненной реальности под конкретный объект. При этом такая «адаптация» должна быть достаточно точной. Кроме того, зачастую относительно сложно создать маркер, на который бы опиралось в своей работе устройство дополненной реальности. Однако, такой способ может дать намного большую детальность и вывести на качественно новый уровень обучение с помощью осязания, так как за основу берётся реальный объект. Кроме того, описываемый способ позволяет максимально удобно и понятно совместить

схемы и реальные объекты. Тем самым, обучающийся сразу может понять несколько смысловых сторон одного объекта.

Примером заданий для школьников по информатике, опирающихся на этот способ, являются задания на изучение материнской платы компьютера. Учащийся, держа в руках реальную плату, при помощи визуальных средств дополненной реальности может не только рассмотреть внешний вид материнской платы, но и увидеть, как на ней располагаются различные элементы, и как они связаны между собой.

Область применения: необходимость применения дополнительных материалов для изучения сложного объекта. Необходимость использования дополнительных объектов, которыми в настоящий момент воспользоваться сложно. Значимость масштабирования, а также необходимость «заглянуть» внутрь объекта, как это показано на примере на Рисунке 16.

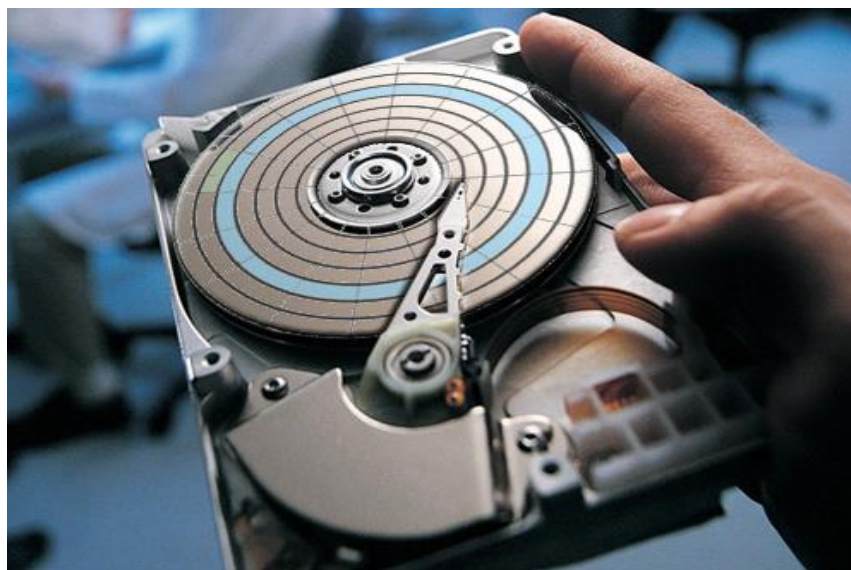


Рисунок 16 – Визуальные средства дополненной реальности позволяют демонстрировать логическую структуру жёсткого диска компьютера

*Способ 4. Применение динамических маркеров.* При данном способе маркеры дополненной реальности отображаются на экране электронного

устройства и меняются в зависимости от действий обучающегося. В свою очередь, устройство дополненной реальности учитывает эти изменения. Такой способ позволяет получить необходимый уровень интерактивности объектов в динамических процессах. За счет того, что динамический маркер может иметь различные состояния, им можно моделировать различные управляемые устройства. Данный способ также подходит и в случае, когда следует выбрать один объект из множества. Тем самым достигается приближение моделирования к реальной деятельности, а также сокращение перечня ресурсов, необходимых для обучения.

Примером применения такого способа при обучении информатике в основной школе является задание на освоение особенностей беспроводных компьютерных соединений, таких как Wi-Fi. В роли динамических маркеров выступает специальным образом настроенное мобильное компьютерное устройство аналогично тому, как это показано на Рисунке 17. В зависимости от действий обучающегося, способов и параметров соединения такого устройства с беспроводной сетью на его экране будут отображаться различные маркеры, заранее заготовленные учителем или самими учащимися, которые устройство дополненной реальности будет интерпретировать и реагировать согласно алгоритмам, заложенным в его программное обеспечение.

Область применения: работа с изменяющимися объектами, необходимость использования инвариантных средств обучения при варьировании изучаемых объектов и процессов.

Все четыре способа обучения с помощью технологии дополненной реальности с точки зрения позиционирования объектов опираются на объектно-зависимый подход и использование изображений. В качестве основы для соответствующих реализаций в рамках настоящего исследования была выбрана маркерная технология, так как она позволяет упростить задачу и свести её к распознаванию простых фигур.



Рисунок 17 – Отображение на мобильном компьютерном устройстве динамических маркеров дополненной реальности, разработанных учителем или обучающимися

Очевидно, что использование технологии дополненной реальности в образовании и, в частности, при обучении информатике порождает ряд дополнительных проблем и задач. В частности, актуальными становятся задачи разработки необходимых маркеров и 3D-моделей, а также дополнительные требования, предъявляемые к профессиональным качествам учителей информатики. В определённом смысле такие задачи и требования являются взаимосвязанными, поскольку с применением простейших конструкторов и технологий сами учителя могут участвовать в создании и доработке необходимых средств обучения.

Указанные выше особенности построения и использования систем дополненной реальности свидетельствуют, что в содержание подготовки и повышения квалификации учителей информатики должно быть включено ознакомление с различными аспектами применения систем дополненной реальности в образовании.

О значимости технологий такого типа для подготовки педагогов и других специалистов отмечено в кандидатском исследовании А.В. Кислякова,

обосновавшем повышение качества такой подготовки в условиях, когда виртуальные и другие аналогичные им технологии применяются для сбора и предоставления методических материалов [72].

Современный учитель и, в особенности, учитель информатики должен обладать представлением не только об описанных выше технических аспектах работы разных систем дополненной реальности и механизме применения маркеров, но и на практике владеть алгоритмом наложения виртуального объекта на заданный маркер. При этом в такой алгоритм входят различные действия, в числе которых получение данных при помощи видеокамеры, обработка полученных данных, определение маркера и его пространственного местоположения, формирование данных, требуемых для корректного отображения 3D-модели или иной значимой для обучения информации, вывод на экран компьютера изображений, получаемых при помощи видеокамеры, с их одновременным дополнением виртуальными моделями или другими информационными объектами для каждого заданного маркера. Во многом эти аспекты определяют расширение содержания подготовки педагогов в области владения особенностями технических средств обучения.

Учителя информатики необходимо подготовить к обучению с использованием современной распространенной мобильной компьютерной техники, в состав которой входят гироскопы, компасы, системы спутникового геопозиционирования, фото- и видеокамеры. Так, в частности, при использовании технологии дополненной реальности на изображение, получаемое при помощи видеокамеры, в режиме реального времени педагогом или учащимися могут быть наложены виртуальные объёмные динамические модели. Подобные мобильные устройства могут применяться в любых сочетаниях с обычными стационарными компьютерами, в том числе и установленными в школах, и выступать в качестве современных средств обучения в рамках подготовки по большинству школьных дисциплин. При этом, как уже отмечалось выше, для учителя информатики такие средства и



технологии выступают и в качестве объекта, специфике и подходам к использованию которого происходит обучение школьников.

Таким образом, современным учителям информатики следует овладеть одной из ключевых особенностей технологии дополненной реальности, а именно, выводом виртуальных 3D-моделей на заданные визуальные маркеры. Ранее в диссертации было показано, что получение таких маркеров учителями не является сложной задачей. В большинстве случаев маркеры распечатываются при помощи обычных принтеров на листах бумаги, но когда маркеры создаются путём простого рисования фломастерами на бумаге. Пример использования таких маркеров на уроке приведён в Приложении 1.

Визуальные объекты дополненной реальности – модели, применяемые учителями, могут заимствоваться из готовых библиотек или разрабатываться с помощью специальных компьютерных конструкторов. Такие виртуальные 3D-модели могут быть анимированными и интерактивными, когда их существование, отображение и поведение управляются педагогом или школьником.

Примером таких разработок может служить создание учителем информатики 3D-модели компьютерного дата-центра – его стойки и терминалов, как это показано на Рисунке 18. Последующее применение подобных моделей в рамках технологии дополненной реальности даёт возможность на уроках информатики продемонстрировать обучающимся реальные размеры и внешний вид такой компьютерной техники. Как правило, реальные её образцы традиционно являются недоступными для учителя на уроках информатики. Использование для такого моделирования 3D-редакторов типа системы Blender делает эту технологию доступной для многих педагогов после непродолжительного самостоятельного изучения или обучения на краткосрочном курсе повышения квалификации.

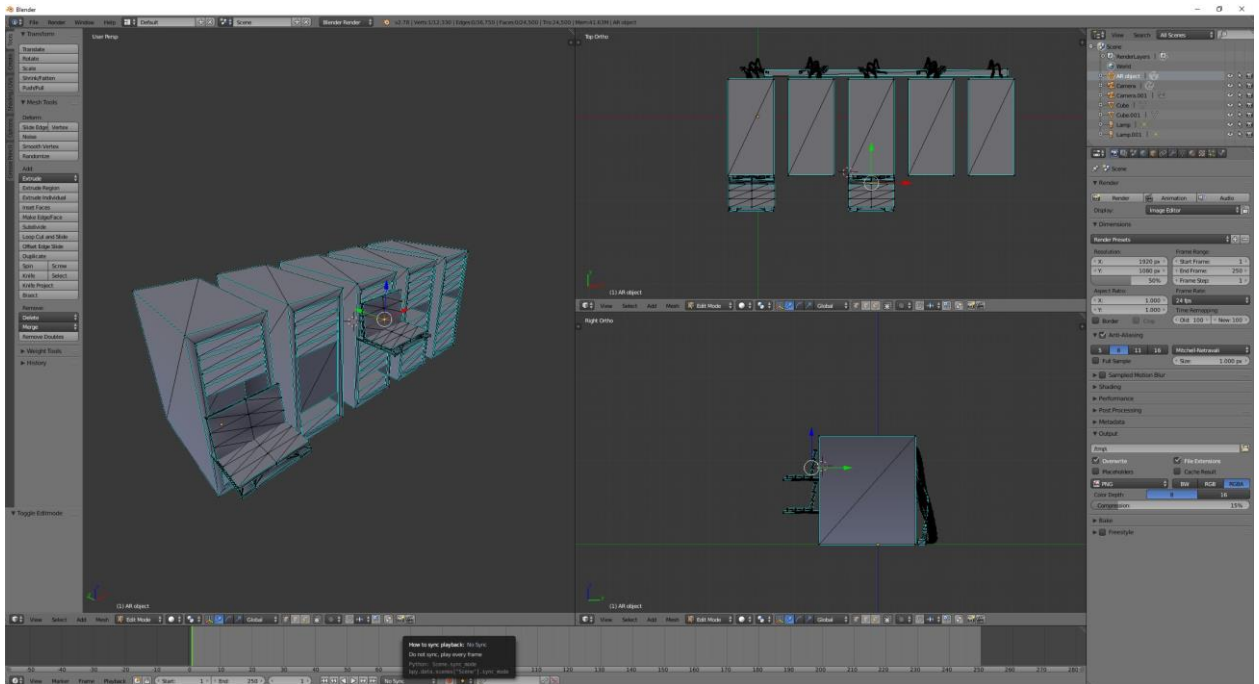


Рисунок 18 – Создание учителем информатики визуальной 3D-модели стойки компьютерного дата-центра для системы дополненной реальности при помощи 3D-редактора Blender

Важно подчеркнуть, что такие системы 3D-моделирования относительно быстро осваивают и школьники, как самостоятельно, так и при изучении компьютерной графики, моделирования и мультимедиа-технологий в рамках основного и дополнительного обучения информатике. Такое обучение предусмотрено вышеописанными моделью и содержанием обновлённого курса информатики и продемонстрировано на примере в Приложении 2. Это даёт учителю возможность использования задачи и заданий не только на применение, но и на разработку подсистем и визуальных объектов для технологии дополненной реальности, что и было отмечено в нескольких ячейках Таблицы 1.

Для применения в образовательных целях и развития профессиональной подготовки педагогов важно учитывать, что использование технологии дополненной реальности не требует наличия или разработки специального оборудования. В большинстве случаев для применения

дополненной реальности в качестве средства обучения подойдет стандартная для школы компьютерная техника, а также цифровая фото- или видеокамера. Кроме этого, понадобится специализированное программное обеспечение. В некоторых случаях компоненты такого программного обеспечения могут разрабатывать сами педагоги и школьники.

Для большинства примеров и средств обучения в рамках настоящего исследования в качестве базовой была выбрана маркерная технология, так как она обладает повышенной наглядностью, позволяет упростить задачу и свести её к распознаванию простых фигур. Для применения в обучении значимо, что при задействовании учителями или школьниками нескольких маркеров во время изменения их взаимного расположения над соответствующими моделями будут осуществляться некоторые действия, существенные для учебного процесса.

Примером таких действий с маркерами можно считать занятие по информатике и систему средств дополненной реальности, основанных на маркерной технологии, описанные в Приложении 1. Примечательно, что для проведения такого занятия учителем совместно со школьниками на языке программирования C# с применением библиотеки AForge.Net была самостоятельно разработана нижеследующая недостающая подпрограмма, отвечающая за нахождение углов и последующее опознание визуальных объектов, используемых в рамках занятия.

```
public List <ExtractedGlyphData> FindGlyphs (UnmanagedImage image)
{
    List <ExtractedGlyphData> extractedGlyphs = new List
<ExtractedGlyphData> ( );
    if ((image.PixelFormat != PixelFormat.Format8bppIndexed) &&
(!Grayscale.CommonAlgorithms.BT709.FormatTranslations.ContainsKey
(image.PixelFormat )))
    {
```

```

        throw new UnsupportedImageFormatException ("Формат этого
объекта не поддерживается.");
    }
    // 1 – определение градаций серого цвета
    UnmanagedImage grayImage = null;
    if (image.PixelFormat == PixelFormat.Format8bppIndexed)
    {
        grayImage = image;
    }
    else
    {
        grayImage = UnmanagedImage.Create (image.Width, image.Height,
PixelFormat.Format8bppIndexed);
        Grayscale.CommonAlgorithms.BT709.Apply (image, grayImage);
    }
    // 2 – Определение краёв
    UnmanagedImage edgesImage = edgeDetector.Apply (grayImage);
    // 3 – Выделение краёв
    thresholdFilter.ApplyInPlace (edgesImage);
    // 4 – Подсчёт замкнутых областей
    blobCounter.ProcessImage (edgesImage);
    Blob[] blobs = blobCounter.GetObjectsInformation ( );
    // 5 – Проверка каждой замкнутой области
    for (int i = 0, n = blobs.Length; i < n; i++)
    {
        List <IntPoint> edgePoints = blobCounter.GetBlobsEdgePoints
(blobs[i]);
        List <IntPoint> corners = null;
        // выглядит ли объект как квадрат?
        if (shapeChecker.IsQuadrilateral (edgePoints, out corners))

```

```

{
    // взять точки границы с левой стороны и с правой стороны
    List <IntPoint> leftEdgePoints, rightEdgePoints;
    blobCounter.GetBlobsLeftAndRightEdges (blobs[i], out
leftEdgePoints, out rightEdgePoints);

    // вычислить среднее расстояние между координатами пикселей
с внешней и внутренней стороны объекта
    float diff = CalculateAverageEdgesBrightnessDifference
        (leftEdgePoints, rightEdgePoints, grayImage );
    // определить среднее различие, которое покажет насколько в
среднем внешняя сторона объекта ярче внутренней
    if ( diff > 20 )
    {
        // произвести распознавание маркера дополненной реальности
        ExtractedGlyphData glyphData = RecognizeGlyph (grayImage,
corners);

        if (glyphData != null)
        {
            extractedGlyphs.Add (glyphData);
            if (extractedGlyphs.Count >= maxNumberOfGlyphsToSearch)
                break;
        }
    }
} // освободить использовавшиеся ресурсы
if (image.PixelFormat != PixelFormat.Format8bppIndexed)
{
    grayImage.Dispose ( );
}
edgesImage.Dispose ( );

```

```
    return extractedGlyphs;  
}
```

Описанные способы использования технологии дополненной реальности в учебном процессе, положения модели, содержательные и методические аспекты, отражённые в Таблице 1, а также отмеченные подходы к отбору или разработке необходимых визуальных объектов предоставляют возможность для создания конкретных заданий по информатике для учащихся основной школы.

*Практическое задание №1. Способ замены виртуальных объектов реальными. «Сборка персонального компьютера».*

Задание нацелено на получение необходимых знаний и умений по сборке персонального компьютера в рамках освоения раздела курса информатики «Архитектура персонального компьютера». Чтобы проверить знания учащихся – какие компоненты компьютера, в какой последовательности и куда устанавливаются, используется система дополненной реальности (в качестве средства обучения). Применяемое программное обеспечение – игровой движок Unity3d и комплект средств разработки Vuforia.

Для этого школьникам необходимо помещать маркеры, «символизирующие» определенные компоненты компьютера в нужные места в заданном порядке. После окончания сборки виртуальной модели проводится тест, в рамках которого симулируется включение компьютера. Если школьник на этапе «сборки» допустит ошибки, на виртуальных моделях визуально будут выполнены те же действия (последствия), которые имели бы место в реальном компьютере. Если же тест пройден успешно, модель в системе дополненной реальности запущена и функционирует, считается, что учащийся овладел знаниями компонентного состава и умениями по сборке компьютера, после чего он может быть допущен к работе с настоящим оборудованием.

После выполнения действий в условиях использования системы дополненной реальности школьникам предлагается собрать компьютер из реальных компонент, используя полученные до этого знания и умения. Выполняя это задание в два этапа, школьники закрепляют полученные знания и вырабатывают умения по сборке компьютера. При таком подходе средства обучения в виде системы дополненной реальности позволяют школьникам сначала изучить детали и проверить свои знания без опасности навредить дорогостоящему и хрупкому оборудованию. Сборка визуальной модели в рамках применения технологии дополненной реальности позволит быстро выполнить первую часть работы и оценить учащегося. Кроме того, достаточно сложно иметь в классе требуемое количество индивидуальных (для каждого школьника) рабочих комплектов для сборки персонального компьютера.

Система дополненной реальности позволит оценить корректность полученных умений, тогда как сборка компьютера из реальных элементов позволит получить необходимый (в том числе и тактильный) навык по механической сборке. Результатом такого задания для школьника должен быть корректно собранный из компонент работоспособный компьютер. В итоге обучающийся получит требуемое представление об архитектуре и общих принципах устройства современной компьютерной техники.

*Практическое задание №2. Способ замены реальных объектов виртуальными. «Изучение устройства жёсткого диска компьютера».*

Задание выполняется в три основных этапа, подробно описанных в Приложении 2. В рамках задания применяется программное обеспечение – система Augmented для мобильных компьютерных систем на базе платформ Android и IOS, а также редактор 3D-моделей SketchUp для 3D-моделирования при создании визуальных объектов.

На первом этапе в рамках освоения раздела «Архитектура персонального компьютера» учащиеся изучают жёсткий диск по имеющимся учебным материалам – реальный жёсткий диск «в сборе», фотографии разобранного жёсткого диска, схемы и картинки. Основные элементы

жёсткого диска рассматриваются и определяются на фотографиях. Затем измеряются габариты имеющегося реального жёсткого диска.

Собрав всю необходимую информацию, учащиеся переходят ко второму этапу задания, выполняемому за компьютером. При этом развивается умение комбинировать информацию, полученную из разных источников различными методами. Используя программу для визуального 3D-моделирования, школьникам необходимо создать модель жёсткого диска без защитной крышки, соблюдая габариты, не забывая создавать основные элементы конструкции. В этот момент выполнения задания 3D-моделирование, визуальные виртуальные объекты и система дополненной реальности выступают в качестве объекта для изучения (школьники изучают технологию создания или наполнения систем дополненной реальности). По полноте и точности построения визуальной модели учитель может определить степень подготовленности учащегося в области устройства жёсткого диска.

На заключительном третьем этапе работы школьники используют созданные визуальные 3D-объекты для наполнения системы дополненной реальности и отображают виртуальную модель «раскрытого» жёсткого диска на реальном жёстком диске, визуально подменяя реальный диск созданной моделью. При этом приобретаются новые возможности для наглядного изучения особенностей и возможностей, как самой технологии дополненной реальности (необходимо синхронизировать компьютерную модель с маркером в реальном мире), так и устройства жёсткого диска (дополненная реальность – средство обучения). Учащиеся не только изучают устройство жёсткого диска, но и проходят весь путь создания модели дополненной реальности, тем самым, одновременно осваивая и применяя данную технологию. В рамках выполнения этого задания дополненная реальность выступает взаимосвязано как объект изучения и средство обучения. Результатом выполнения этой практической работы является корректная визуальная модель жёсткого диска, отображенная правильным образом на реальном жёстком диске.



*Практическое задание №3. Способ комбинированного использования реальных и виртуальных объектов. «Изучение материнской платы компьютера».*

Изучение архитектуры компьютера в курсе информатики основной школы связано со множеством трудностей, примерами которых являются сложность материала и «оторванность» изучаемых схематических изображений от реальных компонентов компьютера. Для визуализации связей между изучаемыми схемами и реальными объектами может быть использована технология дополненной реальности. Такая технология позволяет связывать абстрактные схемы с физической реализацией. Устройством компьютера, максимально приближенным к специфике различных видов архитектуры компьютера, является материнская плата. В связи с этим такая плата может являться хорошей физической основой для системы дополненной реальности при разработке соответствующих средств обучения.

В рамках задания применяется программное обеспечение – система Aurasma (HP Reveal) для мобильных компьютерных систем на базе платформ Android и IOS. Учащиеся, наблюдая материнскую плату через устройство дополненной реальности, видят физическую реализацию различных элементов сразу и изучают, как такие элементы расположены на устройстве. Кроме того, данная технология позволяет соединить и визуализировать одновременно несколько схем на одной материальной основе, как это показано на Рисунке 19, отображая различные подсистемы компьютера. Тем самым, в рамках выполнения задания формируются и оказываются задействованными внутридисциплинарные связи, систематизируя различные взгляды на структуру компьютера. В качестве результата выполнения задания и самостоятельного наблюдения школьники должны ответить на ряд вопросов по пройденной теме.

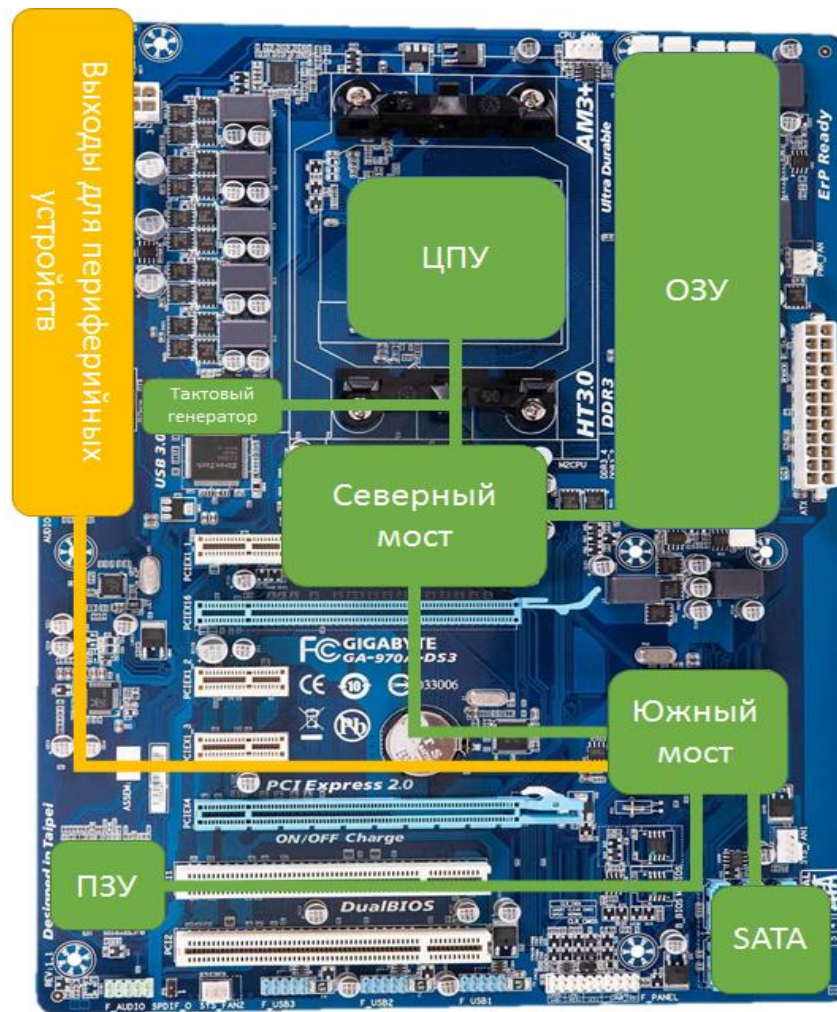


Рисунок 19 – Комбинирование реальных и виртуальных объектов для обучения школьников компонентам материнской платы компьютера и их связям

*Практическое задание №4. Способ динамических маркеров.  
«Настройка беспроводной компьютерной сети».*

Задание призвано показать школьникам, как именно работают различные технологии, лежащие в основе беспроводных компьютерных сетей. При выполнении задания учащиеся работают, как минимум, с двумя объектами. Для примера рассматривается соединение по технологии Wi-Fi. В практической работе применяются два объекта – Wi-Fi-роутер и подключаемое устройство. В роли роутера выступает обычный статический

маркер, визуализируемый в виде роутера. В роли подключаемого устройства удобнее всего использовать мобильное устройство – смартфон или планшет. При подготовке и выполнении задания применяется программное обеспечение – игровой движок Unity3d и комплект средств разработки Vuforia.

В начале практической работы устройство дополненной реальности демонстрирует модель распространения радиоволн от роутера. Подобные программы для моделирования существуют, однако они не учитывают специфики технологии дополненной реальности. С помощью дополнительных объектов, как физических, так и виртуальных, демонстрируется, как волны будут огибать те или иные препятствия. Благодаря такому моделированию учащиеся смогут увидеть в реальном времени то, что поможет лучше понять, где и как лучше размещать устройства для беспроводной сети, как это показано на Рисунке 20.

Далее в рамках практической работы школьникам наглядно демонстрируется, как соединяются между собой два устройства, какие сигналы, какое устройство отправляет, и в какой последовательности. Благодаря такому визуальному моделированию учащиеся лучше понимают алгоритм сопряжения двух и более устройств. Всё это время для распознавания мобильного устройства на его экран выводятся маркеры дополненной реальности. Далее при выполнении практической работы учащиеся должны настроить мобильные устройства так, чтобы подключить их к роутеру. Для этого необходимо установить соответствующий эмулятор подключения на устройство. В зависимости от этапа подключения на экране смартфона или планшета будут меняться различные маркеры, тем самым, сообщая устройству дополненной реальности, выступающего в качестве средства обучения, что выводить на экран.

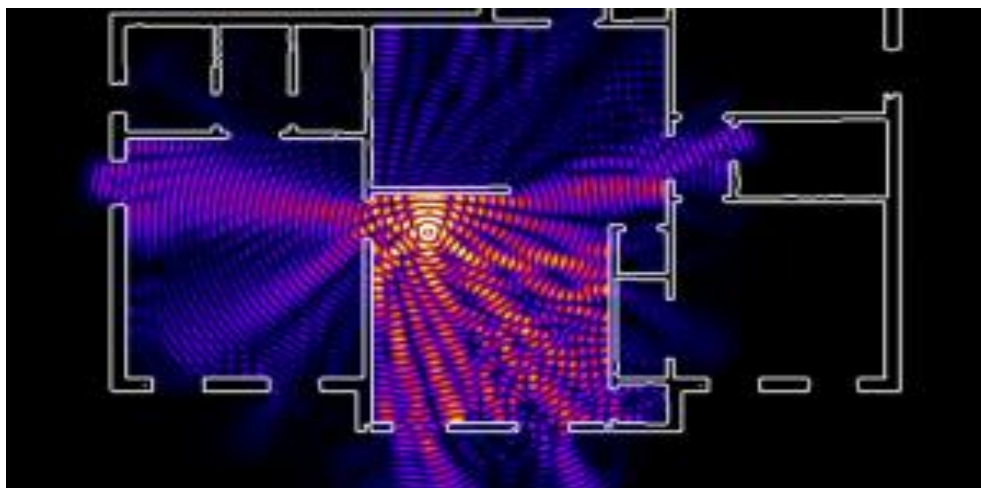


Рисунок 20 – Используемая в качестве средства обучения информатике визуальная модель распространения радиоволн из Wi-Fi роутера по помещениям здания

Благодаря этой практической работе учащиеся приобретут умения базовой настройки оборудования и при этом будут наблюдать, что должно происходить на экране устройства, какие сигналы в это время будут получены и отправлены. Результатом выполнения практической работы будет являться настроенное школьником работоспособное соединение между различными компьютерными устройствами на основе применения технологий беспроводных сетей.

Как следует из указанных примеров и данных таблицы 1 большинство задач и заданий, для которых дополненная реальность лежит в основе разработки средств обучения, можно отнести к теме «Архитектура компьютера» курса информатики основной школы. Это обусловлено тем, что указанная технология наиболее эффективна при изучении различных технических устройств либо принципов их работы.

В качестве наглядного примера создания в рамках школы и использования визуальных объектов дополненной реальности как средств обучения архитектуре компьютера можно привести разработки, проведённые в ходе настоящего исследования, предоставляющие школьникам возможность

увидеть, как работает жёсткий диск компьютера (Рисунок 21). Такие разработки позволяют не только проводить объяснение нового материала на уроках, но и сформировать серию практических заданий для школьников по проведению исследований и самостоятельному изучению особенностей функционирования устройств внешней памяти компьютера.

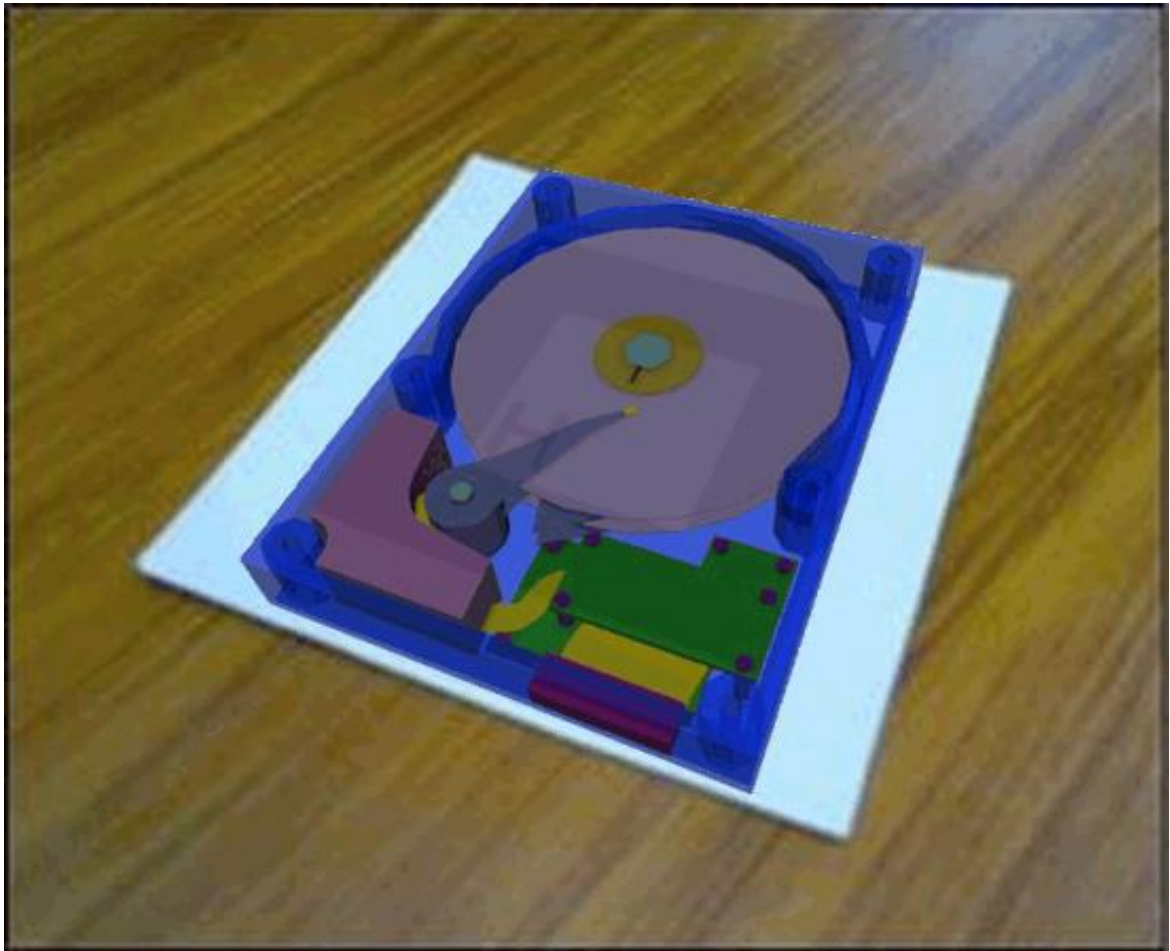


Рисунок 21 – Разработанная модель жесткого диска, отображаемая на распечатанном маркере дополненной реальности

Изучение некоторых аспектов работы жёсткого диска с использованием реальных объектов невозможно или затруднительно, поскольку разгерметизация не позволяет такому устройству функционировать в полном объёме. Более того, применение разобранного устройства может

быть травмоопасным. В условиях применения устройств и визуальных объектов дополненной реальности педагогу или даже школьнику достаточно на имеющемся в школе принтере распечатать маркер, соответствующий требуемой модели и прикрепить его к крышке реального жёсткого диска компьютера. Для повышения эффективности необходимо надёжно зафиксировать данный визуальный маркер и сопоставить масштабы изображений и реального объекта. При таком подходе жёсткий диск останется целым и, в дальнейшем, сможет функционировать. В процессе изучения у школьников появятся тактильные ощущения, соответствующие настоящему устройству, а также возможности зрительного сопоставления размеров жёсткого диска и его внутренних компонент с моделью, как показано на Рисунках 15 и 21. Благодаря таким средствам обучения и визуальным объектам наряду с 3D-моделью, отображающей техническое устройство жёсткого диска изнутри, появляется возможность вывода принципиальной схемы разбиения диска на кластеры и секторы, а также выделения отдельных функциональных компонентов, таких как магнитный диск, считывающая головка, контроллер.

С точки зрения обучения архитектуре компьютера в школьном курсе информатики приведённый пример обладает особенностями, поскольку жёсткий диск является одним из последних оставшихся электронно-механических устройств в составе компьютера. Материнская и другие платы с электронными деталями не содержат механических компонент и, в связи с этим, требуют других подходов для визуализации. Подобные подходы можно рассматривать на примере устройства материнской платы компьютера. Такая плата представляет собой сложное многокомпонентное устройство, которое в отличие от жёсткого диска компьютера может характеризоваться при помощи интерактивной схемы, визуализировать которую можно при помощи систем дополненной реальности. Демонстрируемая школьникам схема может содержать несколько разных слоёв, таких, например, как схема разъёмов

материнской платы, изображенная на Рисунке 10, или схема магистрально-модульного устройства материнской платы.

При таком подходе, глядя на реальную материнскую плату, обучающийся может видеть, к какому слоту какое устройство или компонент должны быть подключены. Основные функциональные элементы при помощи технологии дополненной реальности отображаются непосредственно на материнской плате, что позволяет учащимся структурировать и закрепить знания, полученные ранее. Учитывая значительное количество различных слотов на современных материнских платах, данная проблема остаётся актуальной для обучения школьников на уровне основной школы.

Эти и другие приёмы позволяют применять технологию дополненной реальности:

- в рамках изложения нового учебного материала по курсу информатики (в качестве наглядного материала), в том числе и при обучении дополненной реальности как объекту для изучения,
- для проведения практических работ (в качестве вспомогательной среды) как средства обучения,
- для контроля (в качестве проверяемых или контролируемых элементов) интегрировано как объекта для изучения и средства обучения.

Таким образом, выявленные и описанные в модели, таблице 1 и на примерах компоненты методической системы обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы позволяют определить основные способы применения таких технологий. Целесообразно выделять значимые с точки зрения методики обучения информатики способы замены виртуальных объектов реальными, замены реальных объектов виртуальными, применения динамических маркеров, а также способ комбинированного использования реальных и виртуальных объектов. Ранее в диссертации выделены особенности каждого способа, области применения, а также примеры задач и заданий для курса информатики основной школы.

Теоретические обоснования и опыт обучения школьников в рамках проводимого исследования показали, что эффективность обучения в условиях применения технологии дополненной реальности опирается, в том числе и на активизацию различных органов чувств, поскольку чем разнообразнее чувственное восприятие учебного материала, тем более прочно он может быть усвоен.

Примеры наглядно показывают, что внедрение технологии дополненной реальности в обучение информатике в основной школе не только возможно, но и целесообразно. Предлагаемые нововведения с высокой долей вероятности позволят как изучить новую и перспективную технологию дополненной реальности, с которой столкнутся школьники в жизни, так и повысить эффективность обучения школьников отдельным темам курса информатики.

В то же время, такие опыт, описания, выводы и предположения не дают возможность обоснованно утверждать о справедливости гипотезы, сформулированной во введении к настоящей диссертации. Применение описанных выше идей, подходов и средств позволяет провести экспериментальное исследование, направленное на проверку корректности указанной гипотезы.



#### **2.4. Экспериментальная проверка эффективности обучения информатике в основной школе в условиях внедрения технологии дополненной реальности**

Предложенная во введении гипотеза настоящей научной работы, подлежащая экспериментальной проверке, состоит из трёх основных утверждений. В связи с этим, для её проверки была проведена серия экспериментов, которые условно можно разделить на три основные группы.

Первая часть гипотезы содержит утверждение о том, что при внедрении в курс информатики основной школы технологии дополненной реальности в качестве объекта для изучения и средства обучения повысится эффективность обучения отдельным темам за счёт повышения наглядности учебного материала, его интерактивности, более высокой степени интеграции виртуальных моделей и реального мира. Данному утверждению посвящен эксперимент, который будет описан вторым в данном параграфе диссертации.

Вторая часть гипотезы содержит утверждение о том, что при таком внедрении курс информатики будет расширен за счёт возможности проведения ранее недоступных практических работ, а также включения самой технологии дополненной реальности в качестве объекта для изучения. Данному утверждению посвящен первый из описываемых далее экспериментов.

Третья часть гипотезы предполагает, что при внедрении технологии дополненной реальности в курс информатики основной школы в качестве объекта для изучения и средства обучения позволит школьникам лучше подготовиться к жизни и работе в информационном обществе за счёт овладения визуальными средствами технологии дополненной реальности и подходами к практическому применению таких средств. На данное утверждение будет ориентирован третий эксперимент.

Первый эксперимент проводился в 2014-2015 учебном году на базе ГБОУ города Москвы «Школа №1409» на уроках информатики в 8-х классах.

Так как дополненная реальность как объект изучения не включена в школьный курс информатики, отсутствует возможность сравнения контрольной и экспериментальной групп. В рамках этого эксперимента осуществлялось тестирование одной группы школьников два раза с целью показать, что предлагаемые подходы позволяют с достаточной степенью эффективности обучить школьников сущности и особенностям технологии дополненной реальности. В общей сложности в экспериментальной группе было включено 67 обучающихся.

В ходе тестирования производилась проверка по пяти основным направлениям: разработка моделей для системы дополненной реальности, элементы системы дополненной реальности, преобразование модели дополненной реальности к реальным объектам, принципы взаимодействия с маркерами дополненной реальности, устройства дополненной реальности. При входном тестировании выявлялся исходный уровень знаний перед изучением темы «Технологии дополненной и виртуальной реальности» раздела «Информационные технологии» курса информатики основной школы. В первичном тестировании участвовало 67 человек. Задания к данному тестированию представлены в Приложении 4 и направлены на изучение исходного уровня понимания технологии дополненной реальности.

После того, как учащиеся изучили тему «Технология дополненной реальности» предлагаемого курса информатики, в которой эта технология выступала в качестве объекта изучения, было проведено итоговое тестирование. Задания в рамках этого тестирования, приведённые в Приложении 5, обладали более высоким уровнем сложности, чем задания первоначального тестирования и были ориентированы не только на проверку знаний об общих основах технологии дополненной реальности, но и на оценку некоторых специфических аспектов функционирования систем дополненной реальности. Из-за состояния здоровья один из учащихся не смог принять участие в итоговом тестировании, в котором участвовало 66 школьников.

Результаты обоих тестирований отражены в Таблице 2. Они свидетельствуют об ожидаемом относительно низком начальном уровне знаний учащихся. Почти все они слышали о технологии дополненной реальности, и многие понимали её смысл и особенности на интуитивном уровне, однако затруднения вызвало определение такой технологии, работа с маркерами и требования к практической реализации.

Таблица 2 – Уровень знаний учащихся 8-х классов до и после изучения темы «Технологии дополненной и виртуальной реальности» курса информатики

№	Анализируемые показатели, отражающие уровень знаний школьников по теме «Технологии дополненной и виртуальной реальности»	Недостаточный уровень (баллы 1-2)		Средний уровень (баллы 3-4)		Высокий уровень (балл 5)	
		Входное (Вх.) и итоговое (Ит.) тестирования					
		Вх.	Ит.	Вх.	Ит.	Вх.	Ит.
		Чел.	Чел.	Чел.	Чел.	Чел.	Чел.
		%	%	%	%	%	%
1.	Разработка моделей для системы дополненной реальности	33	9	22	36	12	21
		48,8%	13,1%	32,5%	56,0%	18,8%	31,0%
2.	Элементы системы дополненной реальности	36	3	18	45	13	18
		53,8%	4,8%	26,3%	68,0%	20,0%	27,4%
3.	Принципы взаимодействия с маркерами	25	7	26	36	16	23
		37,5%	10,7%	38,7%	54,8%	23,8%	34,5%

№	Анализируемые показатели, отражающие уровень знаний школьников по теме «Технологии дополненной и виртуальной реальности» дополненной реальности	Недостаточный уровень (баллы 1-2)		Средний уровень (баллы 3-4)		Высокий уровень (балл 5)	
		Входное (Вх.) и итоговое (Ит.) тестирования					
		Вх.	Ит.	Вх.	Ит.	Вх.	Ит.
		Чел.	Чел.	Чел.	Чел.	Чел.	Чел.
		%	%	%	%	%	%
4.	Преобразование модели дополненной реальности к реальным объектам	28	4	27	35	12	27
		41,3%	5,9%	40,0%	53,6%	18,8%	40,5%
5.	Устройства дополненной реальности	31	7	22	35	14	24
		46,3%	10,7%	32,5%	52,4%	21,3%	37,0%

Результаты тестирований свидетельствуют о том, что высокий уровень знаний о создании моделей для системы дополненной реальности отмечен при входном тестировании у 18,75% школьников, в итоговом – у 30,96% учащихся, достаточный – 32,5% и 55,95%, низкий – 48,75% и 13,09%, соответственно.

Анализ уровня знания требуемых компонентов для системы дополненной реальности выявил, что высокий уровень при входном тестировании наблюдался у 20% учащихся, в итоговом тестировании – у 27,38%, достаточный – 26,25% и 67,96%, низкий – 53,75% и 4,76%, соответственно.

Школьники, обладающие требуемыми знаниями об особенностях работы с маркером дополненной реальности на высоком уровне до изучения

темы «Технологии дополненной и виртуальной реальности» составляли 23,8%, после изучения – 34,5%, на достаточном уровне – 38,7% и 54,8%, на низком уровне – 37,5% и 10,71%, соответственно.

Высокий уровень знаний алгоритмов адаптации модели дополненной реальности к реальным объектам в начале экспериментального обучения составил 18,75%, в конце – 36,91%, достаточный – 40% и 53,57%, низкий – 41,25% и 5,9%, соответственно.

И, наконец, уровень владения работой с устройствами дополненной реальности оказался высоким при входном тестировании у 21,25% учащихся, в итоговом – у 36,91% школьников, достаточным – 32,5% и 52,38%, низким – 46,25% и 10,71%, соответственно.

Для формирующего этапа эксперимента были вычислены средние баллы по каждому показателю, отображенные в Таблице 3, затем была построена диаграмма, изображенная на Рисунке 22.

Таблица 3 – Средние баллы, определенные в ходе тестирования учащихся 8-х классов до и после обучения теме «Технологии дополненной и виртуальной реальности» курса информатики

№	Исследуемые параметры, характеризующие уровень знаний учащихся по теме «Технологии дополненной и виртуальной реальности»	Входное тестирование	Итоговое тестирование
1	Разработка моделей для системы дополненной реальности	2,9	4,0
2	Элементы системы дополненной реальности	2,6	3,8

№	Исследуемые параметры, характеризующие уровень знаний учащихся по теме «Технологии дополненной и виртуальной реальности»	Входное тестирование	Итоговое тестирование
3	Принципы взаимодействия с маркерами дополненной реальности	2,8	3,9
4	Преобразование модели дополненной реальности к реальным объектам	3,0	4,1
5	Устройства дополненной реальности	3,1	4,3
	Обобщённый средний балл	2,9	4,0

Если рассматривать обобщенный средний балл, определенный по результатам первого эксперимента до и после окончания обучения, можно сделать вывод о том, что разработанная в ходе исследования система обучения *технологии дополненной реальности как объекту изучения* эффективна, поскольку приводит к разнице между средними значениями этого показателя во входном и итоговом тестировании в 1,1 балла, при том, что сложность итогового тестирования была выше, нежели входного.



Рисунок 22 – Диаграмма, отражающая результаты входного и итогового тестирования учащихся 8-х классов в рамках изучения темы «Технология дополненной реальности» усовершенствованного курса информатики (технология дополненной реальности как объект изучения)

Таким образом, обобщённый уровень знаний и умений учащихся, принявших участие в этом эксперименте, в области технологии дополненной реальности после изучения темы «Технология дополненной реальности» по предложенной методике повысился на 37,9% от начального уровня. Из этого можно сделать вывод о том, что учащиеся способны достаточно эффективно воспринять включённую в обновлённый курс информацию о технологии дополненной реальности, что доказывает вторую часть гипотезы о целесообразности расширения курса информатики основной школы за счёт возможности проведения ранее недоступных практических работ, а также

*включения самой технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения.*

Второй эксперимент был проведен в 2014-2015 учебном году на базе ГБОУ города Москвы «Школа №1409» на уроках информатики в 9-х классах. Для экспериментального обучения был выбран раздел «Архитектура персонального компьютера» курса информатики основной школы, поскольку в рамках исследования именно для этого содержательного раздела был создан комплект средств дополненной реальности, опирающийся на специфику обучения компонентам персональных компьютеров, их электронных и механических частей.

В данном эксперименте использовался метод беседы с преподавателями и методистами для более корректного выявления потребностей в модификации курса информатики основной школы в условиях использования преимуществ средств дополненной реальности. Метод тестирования в этом случае применялся до и после того, как в процесс обучения были введены рекомендованные в процессе исследования средства дополненной реальности. По сути, проверка проводилась по итогам изучения темы с использованием предложенных средств информатизации образования.

Для проведения тестирования было сформировано две группы учащихся – контрольная и экспериментальная. В качестве групп, участвующих в эксперименте, было выделено 4 девятых класса приблизительно одинакового уровня успеваемости. Всего в участии в эксперименте принимало 4 учителя информатики. В экспериментальную группу вошло 47 учащихся, в контрольной оказалось 45 школьников. В начале исследования было проведено входное тестирование, устанавливающее исходные знания учащихся об электронных вычислительных машинах и компьютерной технике. Задания входного тестирования приведены в Приложении 6.

После входного тестирования было проведено обучение по теме «Архитектура персонального компьютера» курса информатики основной



школы в одинаковом объёме, но с применением различных средств. Контрольная группа обучалась, используя только традиционные средства обучения, а экспериментальная группа обучалась с использованием средств дополненной реальности. Конспект одного из занятий, проведённых в экспериментальной группе, представлен в Приложении 2.

После обучения школьников указанному разделу с использованием различных средств было осуществлено итоговое тестирование для выявления целесообразности и эффективности использования технологии дополненной реальности в качестве средства обучения. Задания итогового теста представлены в Приложении 7 [93]. Каждый участник тестирования в зависимости от количества правильно выполненных заданий мог получить от 0 до 100 баллов.

Для анализа полученных результатов был вычислен итоговый балл по входному, а также по итоговому тестированию для контрольной группы, как показано в Таблице 4, и для экспериментальной группы, как показано в Таблице 5.

Для проверки утверждения выдвигаются две гипотезы – нулевая  $H_0$  (средства дополненной реальности влияют на результаты обучения) и альтернативная  $H_x$  (средства дополненной реальности не влияют на результаты обучения). Если нулевая гипотеза  $H_0$  будет доказана, а гипотеза  $H_x$  будет опровергнута, то утверждение будет доказано. Для проверки выдвинутой гипотезы был выбран критерий  $\chi^2$  Пирсона.

Таблица 4 – Результаты входного и итогового тестирования контрольной группы при проверке эффективности использования дополненной реальности в качестве средства обучения информатике

Учащийся	Входное тестирование (баллы)	Итоговое тестирование (баллы)
Уч. 1	23	74
Уч. 2	17	66
Уч. 3	36	74
Уч. 4	11	51
Уч. 5	30	88
Уч. 6	17	51
Уч. 7	35	72
Уч. 8	11	46
Уч. 9	33	81
Уч. 10	37	97
Уч. 11	32	66
Уч. 12	20	65
Уч. 13	11	46
Уч. 14	40	83
Уч. 15	32	66
Уч. 16	17	54
Уч. 17	26	63
Уч. 18	19	51
Уч. 19	29	59
Уч. 20	20	66
Уч. 21	36	96
Уч. 22	24	70
Уч. 23	17	55

Учащийся	Входное тестирование (баллы)	Итоговое тестирование (баллы)
Уч. 24	30	72
Уч. 25	26	66
Уч. 26	15	45
Уч. 27	39	71
Уч. 28	28	71
Уч. 29	18	67
Уч. 30	24	55
Уч. 31	15	45
Уч. 32	30	63
Уч. 33	31	70
Уч. 34	32	80
Уч. 35	23	74
Уч. 36	26	76
Уч. 37	29	75
Уч. 38	37	92
Уч. 39	34	79
Уч. 40	19	64
Уч. 41	37	81
Уч. 42	15	66
Уч. 43	20	54
Уч. 44	13	46
Уч. 45	21	58
Среднее:	25,22222222	55,22222222
Критерий $\chi^2$ Пирсона:		0,809368452

Таблица 5 – Результаты входного и итогового тестирования экспериментальной группы при проверке эффективности использования дополненной реальности в качестве средства обучения информатике

Учащийся	Входное тестирование (баллы)	Итоговое тестирование (баллы)
Уч. 1	17	76
Уч. 2	14	74
Уч. 3	23	75
Уч. 4	35	82
Уч. 5	14	66
Уч. 6	37	97
Уч. 7	13	68
Уч. 8	16	70
Уч. 9	13	53
Уч. 10	17	60
Уч. 11	13	60
Уч. 12	38	97
Уч. 13	40	92
Уч. 14	17	62
Уч. 15	22	64
Уч. 16	36	88
Уч. 17	23	75
Уч. 18	39	88
Уч. 19	28	73
Уч. 20	23	70
Уч. 21	33	76
Уч. 22	39	81

Учащийся	Входное тестирование (баллы)	Итоговое тестирование (баллы)
Уч. 23	13	73
Уч. 24	23	66
Уч. 25	15	59
Уч. 26	33	79
Уч. 27	21	78
Уч. 28	14	59
Уч. 29	27	82
Уч. 30	39	95
Уч. 31	31	77
Уч. 32	34	77
Уч. 33	11	65
Уч. 34	15	63
Уч. 35	19	65
Уч. 36	15	61
Уч. 37	21	63
Уч. 38	37	95
Уч. 39	40	93
Уч. 40	17	72
Уч. 41	26	85
Уч. 42	29	83
Уч. 43	12	64
Уч. 44	38	89
Уч. 45	31	84
Уч. 46	23	67
Уч. 47	33	91
Среднее:	24,82978723	75,14893617
Критерий $\chi^2$ Пирсона:		0,883034359

Как видно из таблиц 4 и 5, критерий  $\chi^2$  Пирсона приблизительно равен 0,81 для контрольной группы и 0,88 для экспериментальной, что свидетельствует о достаточно высокой степени корреляции данных. Из факта высокой корреляции с большой степенью вероятности следует то, что технология дополненной реальности, применённая в качестве средства обучения информатике, может положительно влиять на его результаты. Для визуального представления средних баллов, определённых в рамках второго эксперимента, была составлена гистограмма, отражённая на Рисунке 23.



Рисунок 23 – Гистограмма, отражающая влияние дополненной реальности как средства обучения на эффективность обучения в рамках раздела «Архитектура персонального компьютера» курса информатики

Как видно из Рисунка 23, экспериментальная группа, имевшая во входном тестировании результаты даже чуть ниже, чем в контрольной группе, после обучения по теме «Архитектура персонального компьютера» смогла, в

соответствии со средним баллом, получить более высокий балл за счет применения *технологии дополненной реальности как средства обучения*. При этом, разница была достаточно существенной и составила 19,94 балла в пользу экспериментальной группы по отношению к контрольной, использующей традиционные средства обучения. Подобная разница говорит о том, что технология дополненной реальности может повысить эффективность обучения определенным темам курса информатики основной школы.

Данные заключения позволяют с высокой долей вероятности опровергнуть гипотезу  $H_x$  и подтвердить гипотезу  $H_0$ , что доказывает первую часть гипотезы настоящего исследования о том, что благодаря применению средств дополненной реальности повысится эффективность обучения архитектуре компьютера, моделированию и другим дидактическим элементам курса информатики за счёт повышения наглядности учебного материала, его интерактивности, более высокой степени интеграции виртуальных моделей и реального мира.

Третий эксперимент проводился на базе ГБОУ г. Москвы «Школа №1575» в 2017-2018 учебном году. В основе данного эксперимента лежало три практических задания, нацеленных на выявление того, насколько учащиеся, взаимосвязано изучавшие технологию дополненной реальности и применявшие при обучении информатике средства дополненной реальности, способны повысить эффективность своей трудовой и повседневной деятельности с помощью исследуемой технологии по сравнению с учащимися не изучавшими и не использовавшими её на занятиях по информатике.

Для эксперимента были отобраны 27 школьников 8-х классов, посещавших занятия по робототехнике в рамках дополнительного образования и принявших участие в выездной экскурсии. Учащиеся были из различных классов и при этом 13 школьников не изучало технологию дополненной реальности – они составили контрольную группу, остальные 14 школьников, составивших экспериментальную группу, изучали и использовали технологию дополненной реальности на уроках информатики в

соответствии с вышеописанными моделью, целями и подходами. Все школьники имели приблизительно одинаковый уровень подготовки по информатике, робототехнике и ориентировании на местности.

*Первое практическое задание* выполнялось школьниками в рамках дополнительного образования на занятиях по робототехнике и было направлено на проверку применения знаний, умений и навыков в профессиональной инженерной области. Учащиеся должны были из деталей конструктора за отведённое время собрать заданного робота. При этом они могли воспользоваться любыми вспомогательными материалами – бумажной инструкцией, видео-инструкцией, либо инструкцией реализованной с помощью технологии дополненной реальности. Задания оценивались по 50-ти бальной шкале по следующим параметрам: как быстро учащийся справился с заданием, функционирует ли робот, все ли механизмы собраны верно, верно ли собран корпус, верно ли собрана электроника.

*Второе практическое задание* было выполнено в рамках выездной экскурсии и было направлено на проверку использования технологии дополненной реальности в быту. Школьники разбились на небольшие группы с учителями в роли кураторов и получили инструментарий в виде карт, компаса, смартфона с различным предустановленным навигационным программным обеспечением, в том числе, использующим технологию дополненной реальности, а также планом-заданием для прохождения образовательного квеста. Учащиеся должны были пройти по всем заданным точкам парка и, собирая подсказки, продвигаться далее. При этом, задания были реализованы таким образом, что можно было достигнуть финальной точки, не пройдя все задания, но при этом не получить определенное количество баллов. Выполнение задания оценивались по 50-ти бальной шкале по следующим параметрам: как быстро учащийся справился с заданием, пройдены ли все точки, найдена ли финальная точка, верно ли был соблюден порядок прохождения точек, имеются ли «ошибочные» точки.



*Третье практическое задание* выполнялось в рамках урока информатики и было направлено на проверку эффективности использования технологии дополненной реальности в деятельности работника склада, библиотекаря, а также при работе с документами. Учащиеся должны были отсортировать в требуемом порядке папки с документами и книги на стеллаже. При этом на всех объектах были маркеры дополненной реальности с отображающимся полным описанием содержания (при наведении на них устройства дополненной реальности). Кроме того, на всех объектах были нанесены разные сведения в различной комбинации в следующих формах: номер объекта, автор, название. В распоряжение учащихся на момент начала выполнения задания были предоставлены условия сортировки объектов, справочник по номерам и устройство дополненной реальности. Правильность выполнения задания оценивалась по 50-ти бальной шкале по следующим параметрам: как быстро учащийся справился с заданием, все ли книги находятся на своих полках, в правильном ли порядке они расставлены, много ли было лишних перестановок, сколько книг расставить не удалось.

Благодаря названным подходам к выставлению оценки каждый учащийся, вне зависимости от типа задания, получил итоговую оценку по 50-ти бальной шкале, что существенно для рассмотрения этих результатов в рамках одного эксперимента. Было рассчитано среднее арифметическое по баллам за три задания для каждого школьника, и затем полученное число округлено. Полученные результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Итоговые баллы за три практических задания в контрольной и экспериментальной группах

Полученные баллы по диапазонам	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50
Результаты, показанные контрольной группой обучающихся	0	7,69% (1 чел.)	38,46% (5 чел.)	38,46% (5 чел.)	15,39% (2 чел.)
Результаты, показанные экспериментальной группой обучающихся	0	0	7,14% (1 чел.)	50% (7 чел.)	42,86% (6 чел.)

Наглядно результаты третьего эксперимента представлены в графическом виде на Рисунке 24.

Как видно из Рисунка 24 и Таблицы 6, результаты экспериментальной группы выше, чем контрольной, однако необходимо проверить достоверность выявленных различий.

В связи с тем, что выборка, состоящая из 27 человек, не является большой, был выбран t-критерий Стьюдента для проверки достаточности различий между экспериментальной и контрольной выборками. Данный критерий позволяет проверить равенство или не равенство средних значений двух выборок даже небольшого объема.

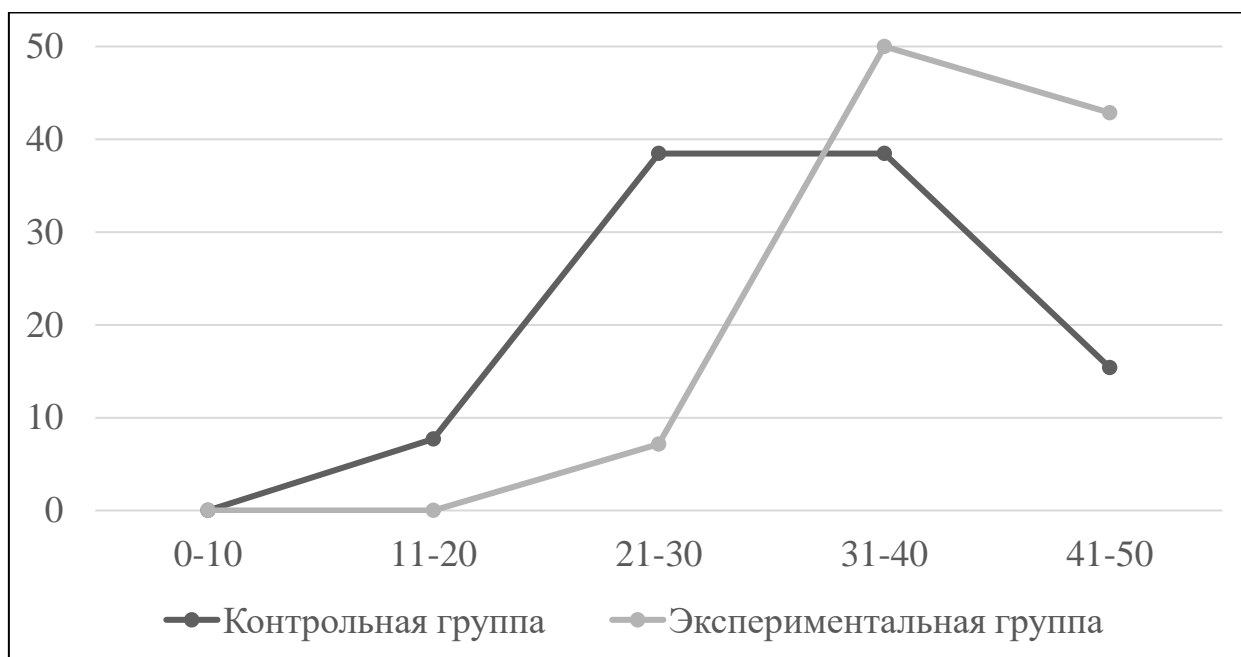


Рисунок 24 – Распределение средних баллов, полученных учащимися по результатам выполнения трёх практических заданий на применение технологии дополненной реальности в быту и возможной профессиональной деятельности

Прежде чем перейти к расчетам, необходимо проверить, относятся ли выборки к нормальным распределениям. Для этого было подсчитано значение асимметрии и эксцесса для контрольной и экспериментальной выборки. Затем значения были сравнены с данными таблиц 7 и 8 [124].

Для контрольной группы значение асимметрии получилось равным 0,14535, что говорит о правосторонней асимметрии, а значение эксцесса равно -0,7819, что говорит о низкововершинном распределении. Однако  $0,14535 < 1,13$  и  $0,7819 < 1,43$ , что свидетельствует о том, что распределение является нормальным с вероятностью не менее 95%.

Таблица 7 – Таблица значений коэффициента асимметрии

<b>N</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>
10	1,13	1,49
20	0,92	1,21
30	0,79	1,05
40	0,71	0,93
50	0,63	0,84
60	0,59	0,78
80	0,52	0,68
100	0,47	0,62

Таблица 8 – Таблица значений эксцесса

<b>N</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>
10	1,43	-
20	1,41	1,95
30	1,31	1,78
40	1,19	1,62
50	1,11	1,5
60	1,05	1,42
80	0,94	1,25
100	0,85	1,14

Для экспериментальной группы значение асимметрии получилось равным  $-0,2502$ , что говорит о левосторонней асимметрии, а значение эксцесса равно  $-0,83413$ , что говорит о низкововершинном распределении. Однако  $0,2502 < 1,49$  и  $0,83413 < 1,43$ , что свидетельствует о том, что распределение является нормальным с вероятностью не менее 95%.

Для проверки первоначального утверждения выдвигаются две гипотезы – нулевая  $H_0$  (разница значима и объяснима влиянием независимой переменной) и альтернативная  $H_x$  (разница недостоверна). Если с помощью  $t$ -критерия Стьюдента при сравнении с табличными значениями будет доказана

нулевая гипотеза  $H_0$  и опровергнута гипотеза  $H_X$ , то утверждение будет доказано.

Необходимо убедиться, что разница достоверна, поскольку учащиеся обладающие знаниями, умениями и навыками в области эффективного применения технологии дополненной реальности, могут получить преимущество при выполнении ряда профессиональных и бытовых задач, тем самым, показав целесообразность взаимосвязанного введения технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения в курс информатики основной школы, в том числе, и для подготовки к жизни и деятельности в информационном обществе.

Для проведения статистического анализа необходимо учитывать все баллы, полученные школьниками контрольной и экспериментальной групп, отражённые в таблице 9.

Для вычисления t - критерия Стьюдента была применена следующая формула:

$$t_{\text{эмпи}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sigma_{x-y}},$$

где переменные  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – значения средних арифметических групп,  $\sigma_{x-y}$  является ошибкой разности средних арифметических, которую можно определить по формуле:

$$\sigma_{x-y} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 + \sum(y_i - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

Расчёт осуществлялся с помощью данных Таблицы 10.

Таблица 9 – Итоговые баллы, полученные за выполнение восьмиклассниками контрольной и экспериментальной групп заданий на применение технологии дополненной реальности в быту и возможной профессиональной деятельности

Номер учащегося (по возрастанию балла)	Среднее количество баллов, полученных учащимися контрольной группы по результатам выполнения трёх практических заданий	Среднее количество баллов, полученных учащимися экспериментальной группы по результатам выполнения трёх практических заданий
1	15	26
2	21	31
3	23	33
4	23	33
5	25	35
6	27	36
7	31	37
8	33	40
9	36	41
10	38	42
11	40	45
12	42	46
13	48	47
14	-	47

Таблица 10 – Данные, используемые для определения t-критерия Стьюдента

№	Выборки по группам школьников	
	Контрольная группа	Экспериментальная группа
1	15	26
2	21	31
3	23	33
4	23	33
5	25	35
6	27	36
7	31	37
8	33	40
9	36	41
10	38	42
11	40	45
12	42	46
13	48	47
14	-	47
Суммарное значение	402	539
Среднее значение	30,9230769	38,5
Стандартное отклонение	9,595672101	6,548635
$t_{эмп}$	2,378728469	
Число степеней свободы	25	

Полученный результат  $t_{эмп}$  следует сравнить с табличными значениями критических значений для степени свободы равным 25, приведёнными в Таблице 11.

Таблица 11 – Критические значения t-критерия Стьюдента

$t_{кр}$		
$p \leq 0,05$	$p \leq 0,03$	$p \leq 0,01$
2,06	2,3	2,79

Как видно из Таблицы 11,  $2,79 > t_{эмп} = 2,38 > 2,3 > 2,06$ , из чего следует, что вероятность того, что гипотеза  $H_x$  ложна высока и превышает 97%, что говорит о том, что выдвинутая гипотеза  $H_0$  подтверждена с высокой долей вероятности. Это значит, что разница между контрольной и экспериментальной группами значима и может быть объяснима влиянием независимой переменной. Так как предполагаемая значимая независимая переменная – это предварительное обучение экспериментальной группы курсу информатики, в котором *технология дополненной реальности выступала взаимосвязано как объект изучения и средство обучения*, то можно сделать вывод о том, что предложенная усовершенствованная с учётом положений модели система обучения информатике, действительно, может повысить эффективность выполнения школьниками определенного ряда задач в быту и в рамках будущей профессиональной деятельности при использовании технологии дополненной реальности.

Кроме того, с помощью наблюдения было выявлено, что в то время, когда учащиеся экспериментальной группы, в большинстве своём, корректно, системно и обосновано использовали технологию дополненной реальности при выполнении заданий, в контрольной группе учащиеся разделились на три основные подгруппы. Первая подгруппа не знала, что такое дополненная реальность, и для чего она нужна. Такие школьники не пытались



воспользоваться этой технологией. Вторая подгруппа знала о дополненной реальности и представляла, для чего она нужна. В данной подгруппе учащиеся, как правило, предпринимали попытку воспользоваться системами дополненной реальности, но у них по тем или иным причинам это не получалось, и они теряли время. Третья подгруппа знала о возможностях технологии дополненной реальности и даже обладала определенными умениями в области работы с соответствующими системами. Такие школьники периодически прибегали к помощи систем дополненной реальности в отдельных случаях, но не всегда успешно и, как правило, использовали дополнительное время. Учащиеся этой подгруппы часто совершали ошибки при взаимодействии с устройствами дополненной реальности.

Данное наблюдение в рамках эксперимента позволило сделать вывод о том, что для полноценного и эффективного применения технологии дополненной реальности в будущей профессиональной деятельности и в рамках решения повседневных задач школьникам необходимо обладать определёнными дополнительными знаниями, умениями и навыками в области информатики. Введение в курс информатики основной школы раздела «Технология дополненной реальности» совместно с использованием систем дополненной реальности в качестве средств обучения информатике способствует формированию таких знаний, умений и навыков у школьников.

Описанный эксперимент позволил подтвердить третью часть выдвинутой ранее гипотезы о том, что учащиеся будут лучше подготовлены к жизни и работе в информационном обществе за счёт овладения визуальными средствами технологии дополненной реальности и подходами к практическому применению таких средств не только в быту, но и в рамках последующей профессиональной деятельности.

Таким образом, проведённая серия экспериментов доказала выдвинутую во введении гипотезу настоящего диссертационного исследования и показала, что если в курс информатики основной школы

внедрить технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения во взаимосвязи, то: будет повышена эффективность обучения различным дидактическим элементам курса информатики (таким, как архитектура компьютера, моделирование и другие) за счёт повышения наглядности учебного материала, его интерактивности, интеграции виртуальных моделей, реальных объектов и процессов; будет расширен курс информатики основной школы за счёт включения самой технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и приобретения возможности проведения недоступных ранее практических работ; учащиеся будут лучше подготовлены к профессиональной деятельности и жизни в информационном обществе за счёт овладения подходами к разработке и практическому применению визуальных средств технологии дополненной реальности.

### **Выводы по второй главе**

В связи со скоростью появления и внедрения новых информационных технологий необходимо обучать не только уже хорошо изученным и внедрённым технологиям, но и технологиям «завтрашнего дня». Такая подготовка должна быть относительно фундаментальной и инвариантной, не устаревающей в течение короткого промежутка времени. Необходимо учитывать, что основные принципы функционирования и использования подобных нововведений изменяются незначительно. Одной из таких технологий, постепенно проникающих в жизнь общества и способных оказать на него влияние, является технология дополненной реальности. Обосновано, что наряду с другими «устоявшимися» информационными технологиями, она должна изучаться на школьных занятиях по информатике. Как и некоторые другие, указанная технология обладает особым свойством – при обучении информатике она выступает и в качестве объекта для изучения, и в качестве средства обучения.

Технология дополненной реальности выступает в роли объекта изучения, когда учащиеся изучают непосредственно саму технологию и основы работы с ней. При этом, данная роль у этой информационной технологии проявляется только на уроках информатики.

Такая технология выступает в качестве средства обучения, когда учащиеся изучают те или иные разделы или темы разных учебных курсов с её помощью. При этом эффективность такого обучения может быть выше, чем с использованием традиционных средств обучения благодаря повышению наглядности и интерактивности, а также за счёт выполнения ранее невозможных лабораторных работ и демонстраций.

При этом комбинация таких способов применения технологии дополненной реальности в курсе информатики позволяет добиться особой взаимосвязи при обучении в тех случаях, когда она выступает и в качестве объекта изучения, и в качестве средства обучения. Похожим свойством обладает несколько информационных технологий, таких как компьютерные технологии, глобальные телекоммуникационные технологии и другие.

В ходе исследования сформулированы подходы к разработке и применению визуальных средств обучения школьников информатике, функционирующих на базе технологии дополненной реальности. *Первый подход* заключается в предварительной разработке виртуальной модели, которая с помощью технологии дополненной реальности замещает собой объект реального мира. *Второй подход* основан на дополнении реальных объектов виртуальными слоями. Данные подходы имеют свои области использования и при этом могут комбинироваться в различных сочетаниях.

Для подтверждения гипотезы исследования, совершенствования сложившейся системы обучения информатике в основной школе и экспериментального использования технологии дополненной реальности было проведено моделирование расширяемой системы обучения информатике. Для этого были отобраны, систематизированы и визуализированы в виде системы из трёх графов, содержащих 78 вершин-

элементов, все факторы, описанные ранее. В процессе моделирования выделены цели внедрения технологии дополненной реальности, методы обучения информатике, обусловленные подходами к разработке и использованию средств дополненной реальности, *принципы создания и критерии отбора* средств обучения информатике, а также содержание обучения информатике с выделением тем, в которых технология дополненной реальности выступает в качестве объекта изучения, средства обучения или комбинации этих ролей.

В рамках моделирования выделены роли участников такого обучения и принципы взаимодействия с различными элементами. Выделены два основных типа маркеров дополненной реальности, рекомендуемых к применению: *динамические и статические*. Предложения и рекомендации учитывают, что в связи со сложностью реализации информационных слоёв дополненной реальности, учащиеся основной школы в большинстве случаев не могут принимать активное участие в разработке соответствующих средств и визуальных объектов. Замена реального объекта виртуальным, как правило, – более простая задача. Как показано, такие системы и визуальные объекты педагоги и школьники способны разрабатывать самостоятельно.

В рамках моделирования сформулирована общая *цель обучения и использования технологии дополненной реальности* в курсе информатики основной школы, а именно, подготовка учащихся к жизни и работе в информационном обществе путём овладения технологией и средствами дополненной реальности и подходами к их созданию, содержательному наполнению и применению в решении последующих профессиональных и бытовых задач. С учётом этого сформулированы конкретные *требования к результатам обучения технологии дополненной реальности* (как объекту изучения). Конкретизированы *цели использования технологии дополненной реальности при обучении информатике в основной школе*, а именно, обеспечение процесса освоения школьниками основ разработки и применения этой технологии (взаимосвязь объекта изучения и средства обучения), общее

повышение эффективности обучения некоторым разделам и темам курса информатики, в том числе путём увеличения наглядности учебных материалов и приобретения возможности проведения ранее недоступных лабораторно-практических работ и демонстраций.

Созданная *модель обучения курсу информатики* основной школы с использованием технологии дополненной реальности содержит отдельные блоки, описывающие содержание и средства такого обучения. В модели выделены факты и факторы трактовки исследуемой технологии в качестве объекта изучения, средства обучения, а также случаи её комбинированного применения. Модель отражает требования к использованию технологии дополненной реальности и роли участников образовательного процесса по отношению к указанной технологии.

С учётом сформулированных утверждений и положений модели предложено *усовершенствованное содержание курса информатики* основной школы, в том числе скорректированные понятия и определения, тема «Технологии дополненной и виртуальной реальности» раздела «Информационные технологии», а также задачи и задания для эффективной интеграции технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения в предлагаемый курс.

Сформированы и описаны фрагмент *тематического планирования обучения и использования*, а также возможные способы использования технологии дополненной реальности в курсе информатики, основанные на выделенных и систематизированных возможностях и преимуществах этой технологии с точки зрения достижения целей обучения. По сути, такое планирование, описанное в виде таблицы, определяет *методы обучения усовершенствованному курсу информатики на основе разработки и использования средств дополненной реальности*.

Предложены *задания для школьников по информатике*, основанные на нескольких способах применения технологии дополненной реальности. Способ замены виртуальных объектов реальными – учащийся работает с

технологией дополненной реальности, тренируясь и изучая порядок действий, затем выполняет работу с реальными объектами. Способ замены реальных объектов виртуальными (относительно простой в разработке) – при помощи технологии дополненной реальности реальный объект заменяется виртуальной моделью. Способ комбинированного применения реальных и виртуальных объектов (как правило, самый сложный в реализации). Обладает самой высокой эффективностью и является комбинацией двух предыдущих способов. Способ применения динамических маркеров заключается в том, что маркер дополненной реальности может меняться в зависимости от действий учащегося, благодаря чему достигается высокий уровень интерактивности в динамических процессах.

Большинство разработанных учебно-познавательных задач относится к темам «Технологии дополненной и виртуальной реальности», «Технологии работы с графикой», «Устройство персонального компьютера», «Компьютерное моделирование», а также направлено на обучение школьников применению методической системы дополненной реальности в повседневной жизни и последующей профессиональной деятельности.

Во второй главе отмечены особенности развития методической системы подготовки современных учителей информатики, в том числе, с целью изучения технологии дополненной реальности и участия в разработке простых визуальных объектов для дальнейшего внедрения соответствующих технологий и средств в образовательный процесс основной школы.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы проведена серия педагогических экспериментов. Первое исследование обосновало предположение о том, что внедрение технологии дополненной реальности в курс информатики основной школы способствует расширению соответствующей методической системы за счёт проведения ранее недоступных практических работ, а также изучения самой технологии дополненной реальности.

В результате второго эксперимента подтверждена гипотеза о том, что при внедрении технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения повысится эффективность изучения школьниками отдельных тем курса информатики основной школы.

Третий эксперимент был нацелен на проверку части гипотезы о том, что внедрение технологии дополненной реальности в курс информатики основной школы в качестве объекта изучения и средства обучения позволит учащимся лучше подготовиться к жизни и работе в информационном обществе. Данное экспериментальное исследование состояло из трёх частей и также подтвердило выдвинутую гипотезу.

Таким образом, осуществлённые в ходе исследования разработки и проведённый эксперимент позволяют утверждать о возможности и целесообразности взаимосвязанного внедрения технологии дополненной реальности в курс информатики основной школы в качестве объекта изучения и средства обучения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования были получены следующие основные **выводы и результаты**:

1. На основе анализа научных источников, изучения существующих подходов к обучению информатике в школе и специфики технологии дополненной реальности обоснованы возможность и целесообразность расширения множества информационных технологий, изучаемых в курсе информатики основной школы, за счёт добавления технологии дополненной реальности как объекта изучения. При этом расширение содержания обучения школьников должно сопровождаться обоснованным применением систем дополненной реальности и специально разработанных визуальных объектов в качестве средств обучения большинству тем курса информатики с опорой на учёт взаимосвязи «объект изучения – средство обучения». Такое совершенствование позволяет дать представление школьникам о наиболее прогрессивных технологиях, повысить наглядность и интерактивность обучения, проводить ранее недоступные практические и экспериментальные работы, предоставить дополнительные подходы к визуальному контролю результатов обучения и другое;

2. С опорой на ранее существовавшие определения, носившие преимущественно технический или научно-популярный характер, разработаны и адаптированы к психолого-возрастным особенностям обучающихся определения понятий «технология дополненной реальности» и «средства дополненной реальности», необходимые для включения в содержание обучения школьников этой технологии как объекта изучения. В частности, под технологией дополненной реальности предложено понимать совокупность способов и средств, позволяющих создавать для человека видимое трёхмерное пространство, в котором контекстно-зависимые виртуальные объекты дополняют реальное пространство, окружающее человека в настоящий момент времени, изменяются при изменении реального



окружения или ракурса наблюдения, за счёт чего воспринимаются в качестве элементов реального пространства;

3. Разработана и описана в виде трёх графов модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности, содержащая взаимосвязь целей, элементов расширенного содержания, специфических средств, характерных для технологии дополненной реальности, принципов их создания и критериев отбора, методов обучения информатике, обусловленных способами использования таких средств (замена виртуальных объектов реальными и наоборот, добавление информационного слоя, комбинирование). В модели отражены аспекты рассмотрения дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения, а также виды деятельности учащихся и учителей по отношению к разным техническим средствам и учебно-познавательным задачам. Определены или конкретизированы требования к обучению информатике с применением систем дополненной реальности, в числе которых требования эффективности позиционирования, предъявления учебного материала с учётом взаимной связи действенных, понятийных и образных составляющих мышления, целесообразности использования средства обучения, основанного на технологии дополненной реальности, максимально правдоподобного моделирования «реальных» действий с виртуальными объектами.

4. На основе предложенной модели сформулированы цели обучения технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы (формирование знаний о различных подходах к дополнению реальности, континууме Милграма, умений создавать модели и маркеры, демонстрировать виртуальные объекты в реальном окружении, выбирать вид средств дополненной реальности согласно поставленной задаче и др.), планируемые предметные, личностные и метапредметные образовательные результаты, а также задачи обучения, воспитания и развития. Определены цели использования технологии дополненной реальности при обучении

информатике в основной школе. Предложено расширение содержания такого обучения за счёт добавления темы «Технологии дополненной и виртуальной реальности» в раздел «Информационные технологии», а также дополнительных элементов в разделы «Представление и кодирование информации», «Аппаратное обеспечение компьютера», «Формализация и моделирование» и др.;

5. В рамках описания фрагмента тематического планирования применительно к более чем тридцати отдельным элементам расширенного содержания разработаны возможные учебно-познавательные задачи для обучения информатике с выделением обособленного или взаимосвязанного использования технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения и (или) средства обучения. Разработана классификация практических заданий, основанная на предусмотренных моделью способах обучения информатике, описаны области применения каждого вида заданий, приведены примеры заданий (изучение устройства материнской платы и жёсткого диска компьютера, настройка беспроводной компьютерной сети и др.);

6. Предложены доступные для учителей информатики и школьников технологии разработки и применения визуальных объектов для систем дополненной реальности, такие как программирование средств распознавания образов и позиционирования на языке C# с использованием библиотеки AForge.Net, создание 3D-моделей в 3D-редакторах Blender и SketchUp, демонстрации в системах Unity3d (при помощи системы Vufloria), Augmented и HP Reveal (Aurasma). На основе таких технологий разработаны учебные 3D-модели (системных блоков, жёстких дисков, измерительных приборов, распространения сигнала компьютерных сетей и др.), статические и динамические маркеры, информационные слои дополненной реальности для обучения учащихся основной школы технологиям дополненной и виртуальной реальности, архитектуре компьютера, моделированию и телекоммуникационным технологиям. Сформулированы методические

рекомендации для педагогов по освоению практических приёмов применения систем дополненной реальности при обучении информатике;

7. На основании трёх комплексных экспериментов, их статистической обработки и разработанных заданий на проверку знаний особенностей технологии дополненной реальности, умений использовать её в обучении, при решении бытовых и профессиональных задач показано, что предложенные подходы к обучению такой технологии как объекту изучения эффективны, соответствующее расширение содержания обучения целесообразно, взаимосвязанное с этим применение средств дополненной реальности повышает эффективность подготовки по разным дидактическим элементам курса информатики, а также способность школьников результативно решать повседневные задачи и задачи последующей профессиональной деятельности.

**Дальнейшего исследования** требуют проблемы расширения систем подготовки учителей информатики и других педагогов к применению технологии дополненной реальности в образовании, создании и систематизации банка виртуальных моделей-образцов, необходимых для обучения всем темам курса информатики, где целесообразно применение указанной технологии, выявления элементов содержания и методов обучения другим дисциплинам основной школы, которые могли бы способствовать обучению технологии дополненной реальности как объекту изучения на основе межпредметной интеграции, а также другие проблемы.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абдукадыров, А.А. Теория и практика интенсификации подготовки учителей физико-математических дисциплин: Аспект использования компьютерных средств в учебно-воспитательном процессе: Автореф. дисс...д-ра пед. наук / А.А. Абдукадыров. – Ташкент: ТГПИ, 1990. – 36 с.
2. Абдуразаков, М.М. Совершенствование содержания подготовки будущего учителя информатики в условиях информатизации образования: Автореферат дисс...д-ра пед. наук / М.М. Абдуразаков. – М: МПГУ, 2007 – 41 с.
3. Аданников, А.А. Фундаментализация физико-математической подготовки в профессиональной подготовке студентов технических вузов: Дисс...канд. пед. наук./ А.А. Аданников. – Тольятти: ТГУ, 2001. – 208 с.
4. Адольф, В.А. Формирование профессиональной компетентности будущего учителя / В.А. Адольф // Педагогика. – М., 1998. № 1. – С. 72-75.
5. Азларов, Т.Р. Методическая система совершенствования обучения курсу ОИВТ в национальных школах: Автореф. дис...канд. пед. наук / Т.Р. Азларов. – Ташкент: ТГПИ им. Низами, 1993. – 17 с.
6. Акоф, Р.Л. Планирование в больших экономических системах / Р.Л. Акоф. – М.: Советское радио, 1972. – 222 с.
7. Ананьев, Б.Г. Психология педагогической оценки / Б.Г. Ананьев // Избранные психологические труды. – М.: Педагогика, 1999. – 280 с.
8. Андреев, А.А. Знания или компетенции? / А.А. Андреев // Высшее образование в России. – М., 2005. № 2. – С. 3-11.
9. Анохин, П.К. Теория функциональных систем в физиологии и психологии / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1978. – 384 с.

10. Антипов, И.Н. Программирование. Учебное пособие по факультативному курсу для учащихся VIII-IX классов. – М.: Просвещение, 1976. – 143 с.
11. Апатова, Н.В. Информационные технологии в школьном образовании / Н.В. Апатова. – М.: Институт общеобразовательной школы РАО, 1994. – 228 с.
12. Архангельский, С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. / С.И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.
13. Асмолов, А. Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения // Педагогика. — 2009. — № 4. — С. 18–22.
14. Атанасян, С.Л. Информационная образовательная среда педагогического вуза как фактор повышения эффективности подготовки учителей / С.Л. Атанасян, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун // Материалы Международной научно-практической конференции «ИТО-Поволжье – 2007». – Казань: ТГГПУ, 2007. – С. 15-27.
15. Бабанский, Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса / Ю.К. Бабанский. – М.: Просвещение, 1982. – 192 с.
16. Байденко, В.И. Компетенции в профессиональном образовании (К освоению компетентностного подхода) / В.И. Байденко // Высшее образование в России. – М., 2004. № 11. – С. 3-14.
17. Балл, Г.А. Теория учебных задач. Психолого-педагогический аспект / Г.А. Балл. – М., 1990 – 184 с.
18. Баранцев, Р.Г. Тринитарная методология в синергетике / Р.Г. Баранцев // Перспективы синергетики в XXI веке: Сб. материалов научной конференции: В 2-х т. Т.1. – Белгород, 2003. – С. 8-13.
19. Безрукова, В.С. Личностный фактор в системе теоретической педагогике / В.С. Безрукова // Педагогика. – М., 2007. № 5. – С. 14-22.

20. Беликов, Е.П. Об организации в Академии наук СССР работ по информатике, вычислительной технике и автоматизации / Е.П. Беликов // Вестник АН СССР. – М., 1983. № 6. – С. 199-203.
21. Белошапка, В.К. О языках, моделях и информатике/ В.К. Белошапка // Информатика и образование. – М., 1987. № 6 – С. 14.
22. Берг, А.И. Кибернетика – наука об оптимальном управлении / А.И. Берг. – М. – Л.: Энергия, 1964. – 64 с.
23. Берталанфи, Л. Общая теория систем – обзор проблем и результатов / Л. Берталанфи // Системные исследования: Ежегодник. – М.: Наука, 1969. – С. 30-54.
24. Бешенков, С.А. Информатика. Систематический курс. Учебник для 10 класса / С.А. Бешенков, Е.В. Ракитина – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 432 с.
25. Бешенков, С.А. Некоторые проблемы содержания и методики обучения информатике в общеобразовательной школе / С.А. Бешенков, В.П. Мозолин, Е.А. Ракитина // Компьютерные инструменты в образовании. – СПб. Изд-во ЦПО «Информатизация образования», 2000. № 3-4. – С. 9-14.
26. Бешенков, С.А. Развитие содержания обучения информатике в школе на основе понятий и методов формализации. Автореф. дисс...д-ра пед. наук / С.А. Бешенков. – М.: Институт общеобразовательной школы РАО, 1994. – 35 с.
27. Блюмин, А.М. Мировые информационные ресурсы: Учебное пособие для бакалавров [Текст] / А.М. Блюмин, Н.А. Феоктистов. – 2-е изд. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и Ко", 2012.-296 с.
28. Бороненко, Т.А. Методика обучения информатике. Теоретические основы: Учеб. пособие для студентов педвузов / Т.А. Бороненко. – СПб., 1997. – 89 с.
29. Бороненко, Т.А. Основные направления фундаментализации содержания обучения школьного курса информатики / Т.А. Бороненко, Н.И. Рыжова // Тезисы доклада RELARN-2001. – 2 с.

30. Бороненко, Т.А. Теоретическая модель системы методической подготовки учителя информатики. Дисс...д-ра пед. наук / Т.А. Бороненко. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 1997. – 335 с.
31. Босова, Л. Л. Информатика : учебник для 5 класса / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 184 с.
32. Босова, Л. Л. Информатика : учебник для 6 класса / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 213 с.
33. Босова, Л. Л. Информатика : учебник для 7 класса / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 224 с.
34. Босова, Л. Л. Информатика : учебник для 8 класса / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 160 с.
35. Босова, Л. Л. Информатика : учебник для 9 класса / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 184 с.
36. Боулдинг, К. Общая теория систем – скелет науки / К. Боулдинг // Системные исследования: Ежегодник. – М: Наука, 1969. – С.106-124.
37. Бубнов, В.А. Практические занятия по информатике (практикум по дисциплине «Математика и информатика») / В.А. Бубнов, Н.А. Карпушкин, В.М. Овсянников, Н.Н. Скрыпник. – М.: Информатика и образование, 1999. – 120 с.
38. Быкадоров, Ю.А. Информатика и ИКТ. 8 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений / Ю.А. Быкадоров. – М.: ДРОФА, 2018, с. 288
39. Быкадоров, Ю.А. Информатика и ИКТ. 9 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений / Ю.А. Быкадоров. – М.: ДРОФА, 2017, с. 336
40. Вайндорф-Сысоева, М.Е. Организация виртуальной образовательной среды: теория и практика [Текст] : моногр. / М.Е. Вайндорф-Сысоева. – Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 368 с.

41. Велихов, Е.П. Информатика – актуальное направление развития советской науки / Е.П. Велихов // Кибернетика. Становление информатики. – М.: Наука, 1986. С. 20-21.

42. Винер, Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – 2-е издание. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.

43. Винер, Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. / Н. Винер // М.: Наука, 1983. 340 с.

44. Волкова, Л.С. Организационно-педагогическая система развития компьютерной культуры педагога: Автореф. дис...канд. пед. наук / Л.С. Волкова. // – Казань, 1997. – 16 с.

45. Выготский, Л.С. Мышление и речь. / Л.С. Выгодский // – М., 1934. — 324 с.

46. Выготский, Л.С. Развитие высших психических функций. / Л.С. Выгодский // – М., 1960. – 223 с.

47. Выготский, Л.С. Проблемы общей психологии. Собр. соч. / Л.С. Выгодский // – М., 1982.

48. Гальперин, П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка . – М., 1985. – 45 с.

49. Гамбург, К.С. Виртуальные стендовые лабораторные работы как инновационная форма контекстного обучения: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.01 / К.С. Гамбург //, 2006, с. –186

50. Гвинтовкин, А.Н. Виртуальное пространство как среда социализации молодежи в условиях становления информационного общества : на примере Ростовской области : диссертация ... кандидата социологических наук : 22.00.04 / А.Н. Гвинтовкин // [Место защиты: Юж. федер. ун-т]. - Ростов-на-Дону, 2013. - 198 с. : ил.

51. Гейн, А.Г. Изучение информационного моделирования как средства реализации межпредметных связей информатики с дисциплинами



естественнонаучного цикла. Автореф. дис...д-ра пед. наук / А.Г. Гейн // – М.: ИОСО РАО, 2000. – 36 с.

52. Гейн, А.Г. Основы информатики и вычислительной техники: Учеб. для 10-11 кл. / А.Г. Гейн, В.Г. Житомирский, Е.В. Линецкий и др. // – М.: Просвещение, 1991. – 224 с.

53. Гиглавый, А.В. Учим работать с ЭВМ: Пособие для учителя / А.В. Гиглавый, М.А. Згут, Т.П. Кравчук. – М.: Просвещение, 1984. – 59 с.

54. Горохова, Р.И. Возможности современных информационных технологий в проведении психолого-педагогических исследований / Р.И. Горохова, П.В. Никитин // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Education Technology & Society)». - 2012. – V.15. - (№2). – С. 390-411. – URL : <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html> (дата обращения 25.02.2018)

55. Горячев, А.В. Информатика. 9 класс. В 2 кн. / А.В. Горячев, С.Л. Островский и др. // – 2015; – 288с., –192с.

56. Горячев, А.В. и др. Информатика в играх и задачах: Учебник по информатике для 1-4 кл. / А.В. Горячев. – М.: Экспресс, 1995.

57. Гриншкун, А.В. Возможности использования технологий дополненной реальности при обучении информатике школьников / А.В. Гриншкун // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2014, №3 (29). С. 87-93.

58. Гриншкун, В.В. Школьная информатика в контексте фундаментализации образования / В.В. Гриншкун, И.В. Левченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования., № 1, 2009. С. 55-64.

59. Давыдов, В.В. Научное обеспечение образования в свете нового педагогического мышления / В.В. Давыдов // Новое педагогическое мышление. – М., 1989.

60. Давыдов, В.В. Теория развивающего обучения. / В.В. Давыдов // – М.: ИНТОР, –2001. –327 с.

61. Драйден, Г. Революция в обучении: пер. с англ. / Г. Драйден // – М.: ООО «ПАРВИНЭ», 2003. – 672 с.
62. Ершов, А.П. Информатика: предмет и понятие / А.П. Ершов // Кибернетика. Становление информатики. – М.: Наука, 1986. С. 10-21.
63. Ершов, А.П. Работа со школьниками в области информатики: Опыт Сиб. Отд-ния АН СССР / А.П. Ершов, Г.А. Звенигородский, С.И. Литерат, Ю.А. Первин // Математика в школе. – М.. №1-е изд. 1981. 47-50 с.
64. Ершов, А.П. Школьная информатика (концепции, состояние, перспективы) / А.П. Ершов, Г.А. Звенигородский, Ю.А. Первин // – Новосибирск: ВЦ Сиб. отд. АН СССР, 1979. 152 с.
65. Ершов, А.П. Школьная информатика в СССР: от грамотности к культуре / А.П. Ершов // Информатика и образование. – М., 1987, № 6, – С.3-11.
66. Заборовский, Г.А. Информатика. 9 класс. / Г.А. Заборовский, А.И. Лапо, А.Е. Пупцев // – М., Минск; –2009, –192с.
67. Заварыкин, В.М. Методика преподавания информатики и вычислительной техники: Progr. пед. ин-тов / Сост. В.М. Заварыкин, В.Г. Житомирский, М.П. Лапчик, В.И. Ефимов. – М.: Минпрос СССР, 1987. – 24 с.
68. Каймин, В.А. Основы информатики и вычислительной техники: Проб. учеб. пособие для 10-11 кл. ср. шк. / В.А. Каймин, А.Г. Щеголев, Е.А. Ерохина, Д.П. Федюшин. – М.: Просвещение, 1989. 272 с.
69. Каймин, В.А. Методика преподавания информатики. / В.А. Каймин // – М.: МГИУУ, 1990.– 180 с.
70. Карташова, Л.И., Методика обучения информационным технологиям учащихся основной школы в условиях фундаментализации образования / Л.И. Карташова, И.В. Левченко // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования, № 2(28), 2014. С. 25-33.

71. Кастронова, В.А. Информатизация и компьютеризация образовательного процесса / В. А. Кастронова, О. В. Ларина, П.В. Никитин и др. ; Сиб. федер. ун-т; – Краснояр. гос. пед. ун-т им В. П. Астафьева и др. – Красноярск : ООО «Центр информатизации», ЦНИ «Монография», 2014. – 212 с.

72. Кисляков, А.В. Формирование готовности будущих учителей к творческой воспитательной деятельности в процессе профессионально-педагогической подготовки: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.08 / А.В. Кисляков //, 2000, с. – 201

73. Козлов, О. А. Перспективы развития системы образования в информационном обществе / О. А. Козлов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – М. : Академия. –2001. – № 1. – С. 45 – 52.

74. Колин, К.К. Информатизация образования и фундаментальные проблемы информатики / К.К. Колин // М.: ИТО-РОИ –2007. – 12 с.

75. Конорев, М.Э. Виртуальный исторический архив как средство информатизации исторического образования при подготовке бакалавров в вузе : авто реф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.02 : защита 15.04.15 / М. Э. Конорев ; на уч. рук. В. А. Кудинов ; ФГ БОУ ВПО "Курск. гос. ун-т". – Курск, 2014. – 24 с.

76. Конушин, А.С. Алгоритмы построения трехмерных компьютерных моделей реальных объектов для систем виртуальной реальности / А.С. Конушин // дисс. ... канд. Техн. Наук : 05.13.11. – М., 2005. – 158 с

77. Кузнецов А.А. Основы информатики. 8-9 кл.: Учебник для общеобразов. учеб. заведений / А.А. Кузнецов, Н.В. Апатова. – М.: Дрофа, 2000. – 176 с.

78. Кузнецов, А.А. Примерная рабочая программа по информатике и ИКТ 8-9 класс / А.А. Кузнецов, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, И.В. Левченко, О.Ю. Заславская // – М.: Дрофа, 2012, С. 66-143

79. Кузнецов, А.А. Развитие методической системы обучения информатике в средней школе.: Автореф. дисс...д-ра пед. наук / А.А. Кузнецов. – М.: АПН СССР. НИИ содержание и методов обучения, 1988. – 47 с.

80. Кузнецов, А.А., Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Заславская О.Ю., Левченко И.В. Содержание обучения информатике в основной школе: на пути к фундаментализации / А.А. Кузнецов, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, О.Ю. Заславская, И.В. Левченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования., № 4, 2010. С. 5-17.

81. Кузнецов, А.А. Информатика. Учебник для 8 кл. / А.А. Кузнецов, С.А. Бешенков, Е.А. Ракитина – М.: Просвещение, 2007.

82. Кузнецов, А.А. О концепции содержания образовательной области «Информатика» в 12-летней школе / А.А. Кузнецов // Информатика и образование. – М., 2000. № 7. С. 2-7.

83. Кушниренко, А.Г. Основы информатики и вычислительной техники: Учеб. для сред. учеб. заведений / А.Г. Кушниренко, Г.В. Лебедев, Р.А. Сворень. – М.: Просвещение, 1990. – 224 с.

84. Лапчик, М.П. Информатика и технология: компоненты педагогического образования // Информатика и образование. – М., 1991. № 6. – С. 3-8.

85. Лапчик, М.П. Методика преподавания информатики: Учебное пособие для физ.-мат. фак-в пед. вузов / М.П. Лапчик.. – Свердловск: СПИ, 1987. – 152 с.

86. Лапчик, М.П. Структура и методическая система подготовки кадров информатики школы в педагогических вузах: Автореферат дисс...д-ра пед. наук / М.П. Лапчик – М.: ОГПУ, 1999. – 81 с.

87. Лапчик, М.П. О направлениях подготовки кадров высшей квалификации для информатизации образования / М.П. Лапчик // Информационные и коммуникационные технологии в общем, профессиональном и дополнительном образовании. Ученые записки

Института информатизации образования РАО, № 17. – М.: Изд-во ИИО РАО, 2005.– С. 143-149.

88. Лапчик, М.П. ИКТ-компетентность педагогических кадров: Монография / М.П. Лапчик. – Омск: изд-во ОмГПУ, 2007. – 143 с.

89. Лапчик, М.П. Методика преподавания информатики: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / М.П. Лапчик, И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер; Под общ. ред. М.П. Лапчика. М.: Изд. центр “Академия”, 2001. – 624 с.

90. Левченко, И.В. Методические особенности обучения информационным технологиям учащихся основной школы / И.В. Левченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2012. № 1. С. 23-28.

91. Левченко, И.В. Формирование инвариантного содержания школьного курса информатики как элемента фундаментальной методической подготовки учителей информатики / И.В. Левченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования., № 3, 2009.

92. Левченко, И.В., Карташова Л.И., Павлова А.Е. Обучение информационным технологиям в условиях информатизации образования: Учебное пособие. / И.В. Левченко, Л.И. Карташова, А.Е. Павлова // Воронеж: Научная книга, 2016. 131 с.

93. Левченко, И.В. Информатика и информационно-коммуникационные технологии. Сборник учебных задач. Часть I: Учебное пособие / И.В. Левченко, О.Ю. Заславская. – М.: АПКиППРО, 2006. – 156 с.

94. Левченко, И.В. Реализация структурных элементов урока при использовании компьютера / И.В. Левченко // Информатика и образование. – М., 2002. № 3. – С. 32-35.

95. Левченко, И.В. Специфика проведения урока информатики / И.В. Левченко // Педагогическая информатика. – М., 1997. № 1. – С.13-17.

96. Левченко, И.В. Формирование структуры и содержания учебника информатики для основной школы / А.А. Кузнецов, С.Г. Григорьев,

В.В. Гриншкун, О.Ю. Заславская, И.В. Левченко // Информационная образовательная среда. Теория и практика. Бюллетень центра информатики и информационных технологий в образовании ИСМО РАО. – М.: РАО, 2007. Выпуск 2. – С.15-23

97. Леднев, В.С. Годом рождения курса является 1961-й / В.С. Леднев // Информатика и образование. 1999. № 10. С. 2-6.

98 Леднев, В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. / В.С. Леднев //– М.: Высшая школа, 1991. 99-100 с.

99. Леднев, В.С. Начала кибернетики: Учебные материалы для учащихся / В.С. Леднев, А.А. Кузнецов. – М.: НИИ ОиПО АПН РСФСР, 1968. 116 с.

100. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. / А.Н. Леонтьев //– М.: Смысл, Академия, 2005. - 352 с.

101. Макарова, Н.В. Информатика и ИКТ. Учебник для 8-9 классов. / Под ред. Н.В. Макаровой // – 2010, – 416с.

102. Матвеева, Н.В. Информатика и ИКТ: Учебник для 3-4 кл. общеобразовательной школы / Н.В. Матвеева, Е.Н. Челак, Н.К. Конопатова, Л.П. Панкратова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 260 с.

103. Матлин, А.О. Автоматизация процесса создания виртуальных тренажеров: диссертация кандидата технических наук: 05.13.12 / А.О. Матлин //, 2012, с. –143

104. Монахов, В.М. О специальном факультативном курсе «Программирование» / В.М. Монахов // Математика в школе. – М.. №2-е изд. 1973. 70-75 с.

105. Опенков, М.Ю. Виртуальная реальность :Онто-диал. подход. Диссертация доктора философских наук: 09.00.01 / М.Ю. Опенков //, 1997, с. –246

106. Основные компоненты содержания информатики в общеобразовательных учреждениях. Приложение 2 к решению Коллегии Мин.

образования РФ от 22 февраля 1995 года № 4/1 // Информатика и образование. – М., № 4. С. 17-36.

107. Основные направления реформы общеобразовательной и профессиональной школы: Сб. док. и материалов. – М.: Политиздат, 1984. С. 112.

108. Плаксин, М.А. Информатика и ИКТ: Учебник для 3-4 кл. / Н.Г. Иванова, О.Л. Русакова //– М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 110 с.

109. Политика в области образования и новые информационные технологии: Национальный доклад РФ на II Международном конгрессе. ЮНЕСКО «Образование и информатика» // Информатика и образование – М., № 5, 1996. С. 1-32.

110. Поляков, К.Ю. Информатика. 8 класс : учебник / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 256 с.

111, Поляков, К.Ю. Информатика. 9 класс : учебник / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 288 с.

112. Поляков, К.Ю. Информатика. 7 класс : учебник : в 2 ч. Ч. 1 / К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. — М. : БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2016. — 160 с.

113. Поляков, К. Ю. Информатика. 7 класс : учебник : в 2 ч. Ч. 2 / К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. — М. : БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2016. — 160 с.

114. Примерная основная образовательная программа основного общего образования // Веб-сайт Министерства Образования И Науки Российской Федерации: [сайт]. [2015]. URL: [минобрнауки.рф/документы/938/файл/4587/РООР\\_ООО\\_reestr\\_2015\\_01.doc](http://минобрнауки.рф/документы/938/файл/4587/РООР_ООО_reestr_2015_01.doc) (дата обращения: 24.11.2017).

115. Роберт, И.В. Педагогико-эргономические условия безопасного и эффективного использования средств вычислительной техники, информатизации и коммуникации в сфере общего среднего образования /

И.В. Роберт, М.В. Рязанский, А.Л. Шаргородский, Е.Г. Вознесенский, Д.К // Информатика и образование, 2000. – № 4, 5, 7.

116. Роберт, И.В. Концепция комплексной многоуровневой и многофункциональной подготовки кадров информатизации образования. / И.В. Роберт, О.А, Козлов //– М.: Изд-во ИИО РАО, 2005. – 49 с.

117. Роганов, В.Р. Проектирование систем виртуальной реальности с позиции системного подхода / В.Р. Роганов, М.В. Четвергова, А.В. Сёмочкин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16299> (дата обращения: 16.03.2017).

118. Рогановская, Е.Н. Использование информационных технологий в образовательном процессе / Е.Н. Рогановская, Л.Н. Порядина, П.В. Никитин и др. ; Сиб. федер. ун-т; – Краснояр. гос. пед. ун-т им В. П. Астафьева и др. – Красноярск : ООО «Центр информатизации», ЦНИ «Монография», 2014. – 236 с.

119. Розенсон, И. А. Основы теории дизайна. / И.А. Розенсон // — Санкт-Петербург, 2006. — С. 153-156.

120. Рубцов, В.В. Осуществление психолого-педагогической подготовки учителя для новой школы (Об опыте экспериментальной площадки российской Академии образования и Департамента образования города Москвы «Научнообразовательный комплекс «Психология»») /В.В, Рубцов // Интернет-журнал «Проблемы современного образования», 2010 № 6 (20) [Электронный ресурс] – М.: Проблемы современного образования, 2010. – URL: <http://www.pmedu.ru/index.php/ru/2010> (дата обращения: 20.02.2016).

121. Рубцов, В.В. Социально-генетическая психология развивающего образования: деятельностный подход. / В.В. Рубцов //– М.: МГППУ, 2008.

122. Семакин, И.Г. Информатика. Учебник по базовому курсу / И.Г. Семакин, Л.А. Залогова, С.В. Русаков, Л.В. Шестакова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 1998. – 464 с.



123. Соловьева, Л.Ф. Информатика и ИКТ. Учебник для 8 кл. / Л.Ф. Соловьева. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 256 с.
124. Спирин, А.А., Башина О.Э. Общая теория статистики. / А.А. Спирин, О.Э. Башина //– М.: Финансы и статистика. 1995 -296с.
125. Степанова, А.Н. Виртуальные процессы в современном обществе: социально-философский анализ. Диссертация кандидата наук: 09.00.11 / А.Н. Степанова //, 2008, с. –166
126. Степин, В.С. Новая философская энциклопедия: В 4 т. / Ин-т философии РАН, Нац. общ.-научн. фонд; Научно-ред. Совет: предс. В.С. Степин, заместители предс.: А.А. Гусейнов, Г.Ю. Семагин, уч. секр. А.П. Огурцов. – М.: Мысль, 2000.- Т. 1.- 721 с.
127. Тур, С.Н. Информатика: Учебник для 3-4 кл. / С.Н. Тур, Т.П. Бокучава. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
128. Угринович, Н.Д. Информатика и ИКТ : учебник для 7 класса / Н.Д. Угринович. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 173с.
129. Угринович, Н.Д. Информатика и ИКТ : учебник для 9 класса / Н.Д. Угринович. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 295с.
130. Угринович, Н.Д. Информатика и информационные технологии. Учебное пособие для 10-11 классов / Н.Д. Угринович. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 464
131. Угринович, Н.Д. Информатика: Учебник для 8 кл. / Н.Д. Угринович. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.– 205 с.
132. Фалина, И.Н. Современные педагогические технологии и частные методики обучения информатике / И.Н. Фалина // Информатика, 2001. – № 37. – С. 2-7; № 39. – С. 2-7; № 41. – С. 2-6; № 43.– С. 2-6; № 45. – С. 2-7; № 47. – С. 26
133. Федеральный Государственный Образовательный Стандарт основного общего образования (5-9кл. [Электронный ресурс] // Веб-сайт Министерства Образования И Науки Российской Федерации: [2010]. URL: [минобрнауки.рф/документы/938#\\_ftn1](http://минобрнауки.рф/документы/938#_ftn1) (дата обращения: 24.Ноябрь.2017).

134. Хеннер, Е.К. Компьютерная грамотность и ИКТ-компетентность участников системы непрерывного образования / Е.К. Хеннер // Информатика и образование. 2009. № 3. С. 4-9

135. Хеннер, Е.К. Структурирование и формализация требований к компьютерной грамотности и ИКТ-компетентности субъектов системы непрерывного образования / Е.К. Хеннер // Информатизация образования и науки. 2009. № 2. С. 71-85

136. Хеннер Е., Stallmann M. Подготовка специалистов по ИТ: Россия и США М. / Е. Хеннер, М. Stallmann // Открытые системы. — 2013. — № 3. — С.58-62

137. Шварцбурд С.И. О подготовке программистов в средней общеобразовательной политехнической школе / С.И. Шварцбурд // Математика в школе. – М.. №2-е изд. 1961. 19-29 с.

138. Шуклин С.И. Возможности виртуального образования и условия их реализации в профессиональной подготовке будущих специалистов : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.08 / С.И. Шуклин; [Место защиты: Кур. гос. ун-т] Количество страниц: 223 с. ил. 61 10-13/1651

139. Эльконин, Д.Б. Избранные психологические труды. / Д.Б. Эльконин // — М.: Педагогика, — 1989. — 560 с.:

140. Юрков, А.А. Виртуальная компьютерная реальность. Диссертация кандидата философских наук: 09.00.11 / А.А. Юрков //, 2013, с. – 212

141. Яковлев, Б. С. История, особенности и перспективы технологии дополненной реальности / Б. С. Яковлев, С. И. Пустов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. – № 3 –С. 479 – 484.

142. Augmented Reality In Education? Here Are 20 Examples [Electronic resource]. / – Electronic text data. – URL: <http://www.teachthought.com/technology/augmented-reality-in-education-here-are-20-examples/>, free.

143. Azuma, R. A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments /R. Azuma// pp. 355—385, August 1997.

144. Brian, X. Chen. If You're Not Seeing Data, You're Not Seeing . / X. Chen Brian // Wired (25 August 2009) URL: <https://www.wired.com/2009/08/augmented-reality/>

145. Caudell, Thomas P; Mizell, David W (1992). "Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes". / P. Thomas Caudell, W. David. Mizell //System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2. IEEE. pp. 659–669

146. Dong, Suyang and Behzadan, Amir H and Chen, Feng and Kamat, Vineet R. "Collaborative visualization of engineering processes using tabletop augmented reality". Advances in Engineering Software. Elsevier. 2013. 55: 45–55

147. Henderson, Steven; Feiner, Steven. "Exploring the benefits of augmented reality documentation for maintenance and repair". IEEE transactions on visualization and computer graphics. IEEE. -2011. 17 (10): 1355–1368

148. Korea Education & Research Information Service. Research on using augmented reality for interactive educational digital contents. -2005. Research Report KR 2005-32.

149. Livingston, Mark A. "Evaluating human factors in augmented reality systems". IEEE Computer Graphics and Applications. -2005. IEEE. 25 (6): 6–9

150. Milgram P., Kishino A. F., Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D(12), pp. 1321—1329, 1994.

151. Nee, AYC and Ong, SK and Chryssolouris, G and Mourtzis, D. "Augmented reality applications in design and manufacturing". CIRP Annals-Manufacturing Technology. Elsevier. -2012. 61 (2): 657–679

152. Radkowski, Rafael. "Investigation of Visual Features for Augmented Reality Assembly Assistance". International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality. Springer. -2015 pp. 488–498

153. Regenbrecht, Holger and Baratoff, Gregory and Wilke, Wilhelm. "Augmented reality projects in the automotive and aerospace industries". IEEE Computer Graphics and Applications. -2005. IEEE. 25 (6): 48–56
154. Sairio, M. Augmented Reality. [Electronic resource]. – URL: [www.tml.tkk.fi/Studies/.../mikko\\_sairio.pdf](http://www.tml.tkk.fi/Studies/.../mikko_sairio.pdf).
155. Step. The education arcade [Electronic resource]. / [MITAR Games] – Electronic text data. – URL: <http://education.mit.edu/projects/mitar-games> , free.
156. Sutherland, Ivan E. "A head-mounted three dimensional display". Proceedings of the December 9–11, 1968, fall joint computer conference, part I. ACM. -1968. pp. 757–764
157. Syberfeldt, Anna and Danielsson, Oscar and Holm, Magnus and Wang, Lihui. "Visual assembling guidance using augmented reality". Procedia Manufacturing. Elsevier. -2015. 1: 98–109
158. Tumler, Johannes; Doil, Fabian; Mecke, Rudiger; Paul, Georg; Schenk, Michael; Pfister, Eberhard A; Huckauf, Anke; Bockelmann, Irina; Roggentin, Anja. "Mobile Augmented Reality in industrial applications: Approaches for solution of user-related issues". Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality. IEEE Computer Society. -2008. pp. 87–90
159. Wang, X and Ong, SK and Nee, AYC. "A comprehensive survey of augmented reality assembly research". Advances in Manufacturing. Springer. -2016. 4 (1): 1–22
160. Yuan, M. L. Registration Using Projective Reconstruction for Augmented Reality Systems / M. L. Yuan, S. K. Ong, A. Y. C. Nee// IMST, 2004. [Electronic resource]. – URL: <http://hdl.handle.net/1721.1/3919>.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### *Приложение 1*

#### **РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ, ОСНОВАННОЙ НА ТЕХНОЛОГИЯХ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

Для исследования возможностей создания технологии дополненной реальности была разработана программа, демонстрирующая возможность взаимодействия нескольких маркеров.

Для наглядности была выбрана лабораторная работа, связанная с изучением радиоактивных веществ. Невозможность ее выполнения в школе делает ее хорошим примером необходимости применения технологии дополненной реальности. Данная программа не отображает в полной мере физическим законам и служит только для примера применения технологии дополненной реальности в школе.

Для работы программы необходим компьютер с ОС Windows XP или выше, Microsoft .NET Framework 4 или выше, веб-камера и распечатанные маркеры. Архив с программой и маркерами можно скачать, перейдя по ссылке [https://drive.google.com/file/d/0B\\_wVKtVA6NiFQXBRaXdwX3Baems/](https://drive.google.com/file/d/0B_wVKtVA6NiFQXBRaXdwX3Baems/), либо считав QR-код, изображенный на Рисунке 25 и выполнить «Файл – Скачать» (CRL + S).



Рисунок 25 – QR-код со ссылкой на программу

Маркеры дополненной реальности сохранены в текстовом документе. Для запуска необходимо открыть файл «Glyph Recognition Studio.exe». После запуска программы необходимо выбрать камеру и рабочее разрешение.

Интерфейс программы состоит из нескольких частей, изображенных на Рисунке 26:

1. *Рабочая область*, куда выводится результат выполнения программы.
2. *Служебная область*, куда выводится служебная информация и находится панель настроек.
  - a. *FPS (Количество кадров в секунду)*. Служит для анализа производительности системы.
  - b. *Developed View (Режим разработчика)*. Показывает сервисную информацию взаимодействия маркеров.
  - c. *Image (Добавление изображений)*. Показывает изображения, согласно значению маркеров.
  - d. *Local Video (Выбор камеры)*. Меню, в котором можно выбрать используемую камеру и ее разрешение.
  - e. *Exit (Выход из программы)*. Завершает работу программы.

Система состоит из трёх объектов: Источник излучения, Свинцовая шайба и дозиметр. В зависимости от взаиморасположения объектов, показания дозиметра изменяются. Чем ближе источник излучения, тем выше показания счетчика (стрелка отклоняется вправо), однако свинцовая шайба поглощает часть излучения, притом, чем больше излучение проходит через свинцовую шайбу, тем больше его поглощается. К примеру, минимальное показание счетчика будут при наибольшем удалении источника излучения и, если между ними будет свинцовая шайба, притом центры трёх объектов будут находиться на одной прямой. Если же шайба окажется в стороне, а источник излучения будет находиться возле дозиметра, то прибор начнет зашкаливать.

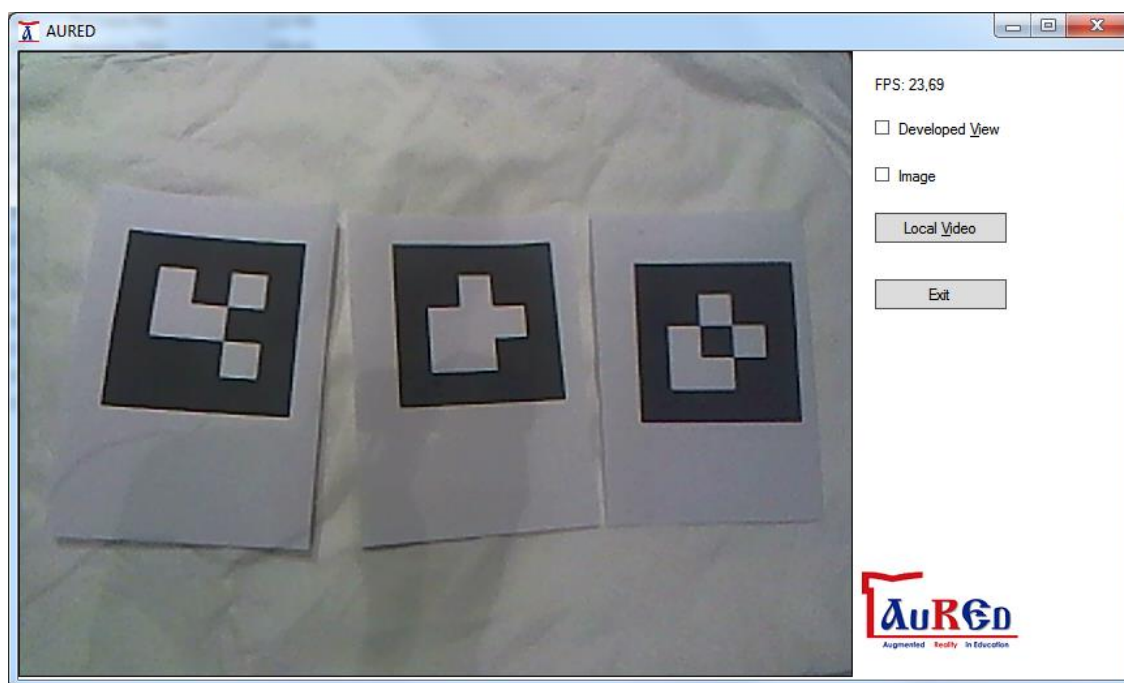


Рисунок 26 – Интерфейс программы. Информационный слой не активен

Если активировать режим разработчика, то можно увидеть принцип работы программы, изображенный на Рисунке 27. Красные квадраты — это маркеры, которые удалось распознать. Зеленая линия — это воображаемая линия между источником излучения и дозиметром. Желтая окружность — контур шайбы. Синий отрезок — часть линии между источником излучения и дозиметром, проходящая внутри шайбы. Чем длиннее зеленая и синяя линии, тем меньше будут показания счетчика, как можно видеть на Рисунках 28 и 29. При этом синяя сильнее понижает значение (свинец больше поглощает излучение, чем воздух), изображенное на Рисунке 30.

Следует обратить внимание на то, что вместо изображений объектов, можно отображать интерактивные 3D-модели.

Данная программа демонстрирует одно из главных преимуществ технологии дополненной реальности: выполнение тех работ, которые раньше были невозможны.

Для приближения такой лабораторной работы к реальным условиям, возможно прикрепить маркеры к физическим объектам по параметрам схожим с настоящими.

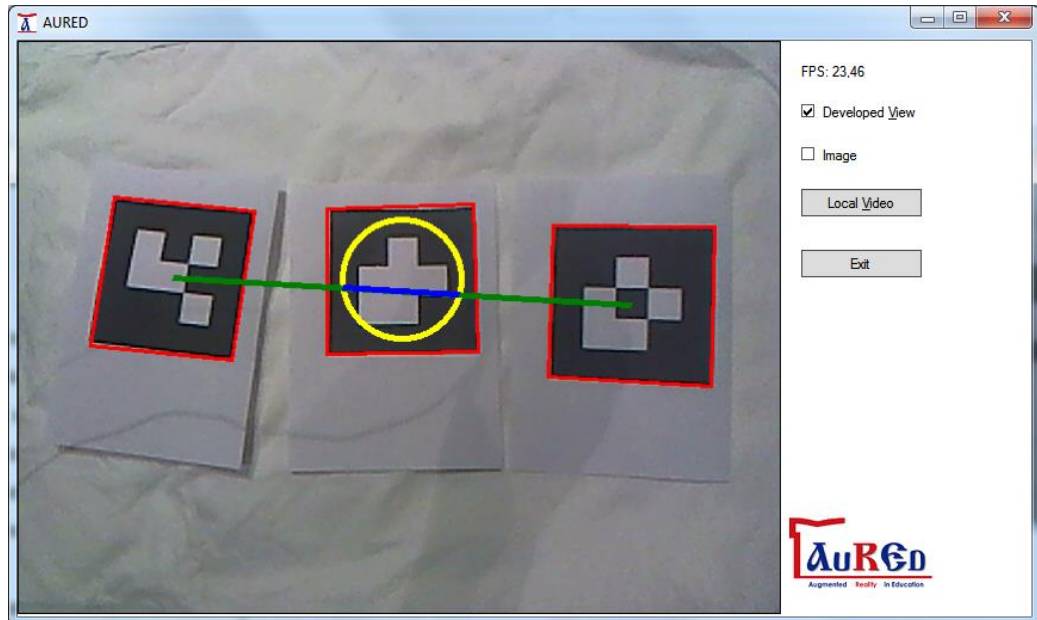


Рисунок 27 – Режим разработчика

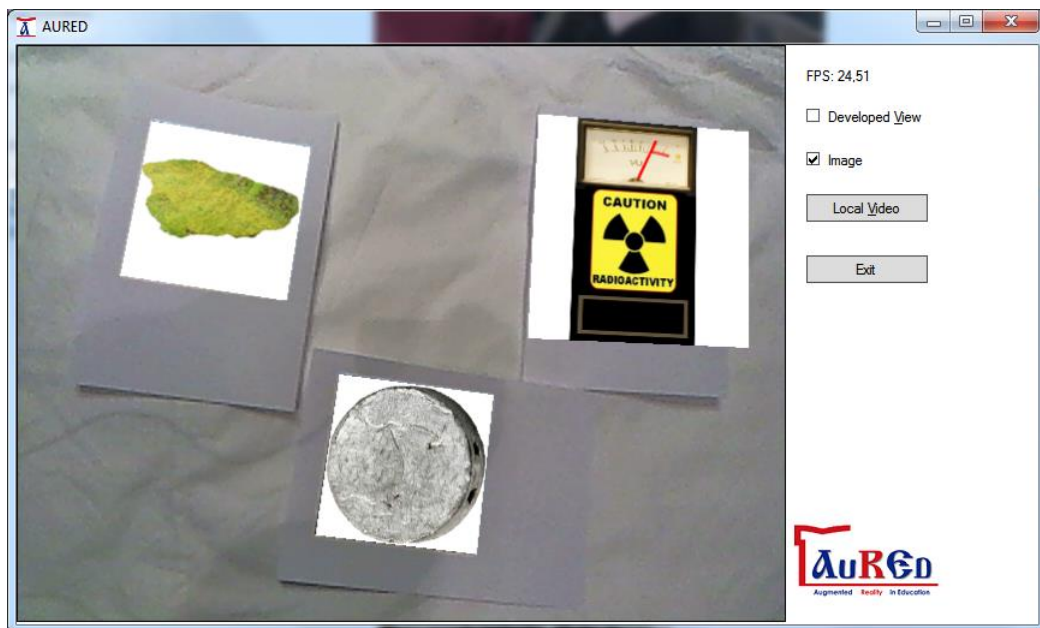


Рисунок 28 – Среднее расстояние между источником излучения и дозиметром





Рисунок 29 – Малое расстояние между источником излучения и дозиметром



Рисунок 30 – Среднее расстояние между источником излучения и дозиметром, шайба находится между объектами

Примеры зависимости показания дозиметра от взаиморасположения объектов:

1. Шайба не поглощает излучение, но дозиметр на некотором расстоянии от источника излучения. Высокие показания изображены на Рисунке 28.

2. Шайба по-прежнему не поглощает излучение. Дозиметр находится очень близко от источника излучения. Показания максимальны и изображены на Рисунке 29.

3. Шайба поглощает часть излучения. Расстояние как на первом замере, изображенном на Рисунке 28, но показания минимальны, изображены на Рисунке 30.

**СЦЕНАРИЙ УРОКА ПО ТЕМЕ «УСТРОЙСТВО ЖЕСТКОГО ДИСКА»,  
ОСНОВАННЫЙ НА ВЗАИМОСВЯЗАННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ КАК ОБЪЕКТА  
ИЗУЧЕНИЯ И СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ**

**Тема урока:** «Устройство жёсткого диска».

**Дидактическая цель:** изучить устройство жесткого диска. Познакомиться с технологией дополненной реальности.

**Задача обучения.**

**Понимать:** назначение жесткого диска и принцип его работы. Особенности технологии дополненной реальности.

**Знать:** устройство жесткого диска – основные части и их расположение.

Алгоритм работы с системой дополненной реальности

**Уметь:** создавать простые 3D-модели, загружать их на устройство дополненной реальности, создавать маркер, калибровать модель дополненной реальности.

**Исследовать:** расположение элементной базы жесткого диска, с учетом настоящего устройства.

**Задачи воспитания:** воспитание активности, аккуратности, внимательности.

**Задачи развития:** развитие речи, потребности в приобретенных знаниях, развитие воображения и абстрактного мышления.

**Тип урока:** комбинированный.

**Методы обучения:** объяснительно-иллюстративный и поисковый метод.

**Формы обучения:** групповая форма.

**Средства обучения:** интерактивная доска, компьютер, устройство дополненной реальности, жесткий диск, учебная литература.

**Задание:**

1. Изучить фотографии жесткого диска в разобранном виде
2. Измерить габариты жесткого диска, имеющегося в собранном состоянии в классе
3. Создать приближенную 3D-модель жесткого диска, опираясь на полученные габариты, фотографии и сам жесткий диск.
4. Сохранить модель на планшет с программой дополненной реальности
5. Создать опорный маркер на жестком диске, используя наклейки производителя.
6. Откалибровать отображаемую 3D-модель на соответствие жесткому диску (поворот и масштаб)
7. Изучить принципы работы, а также конструкцию жесткого диска, используя технологию дополненной реальности.

**Сценарий урока:**

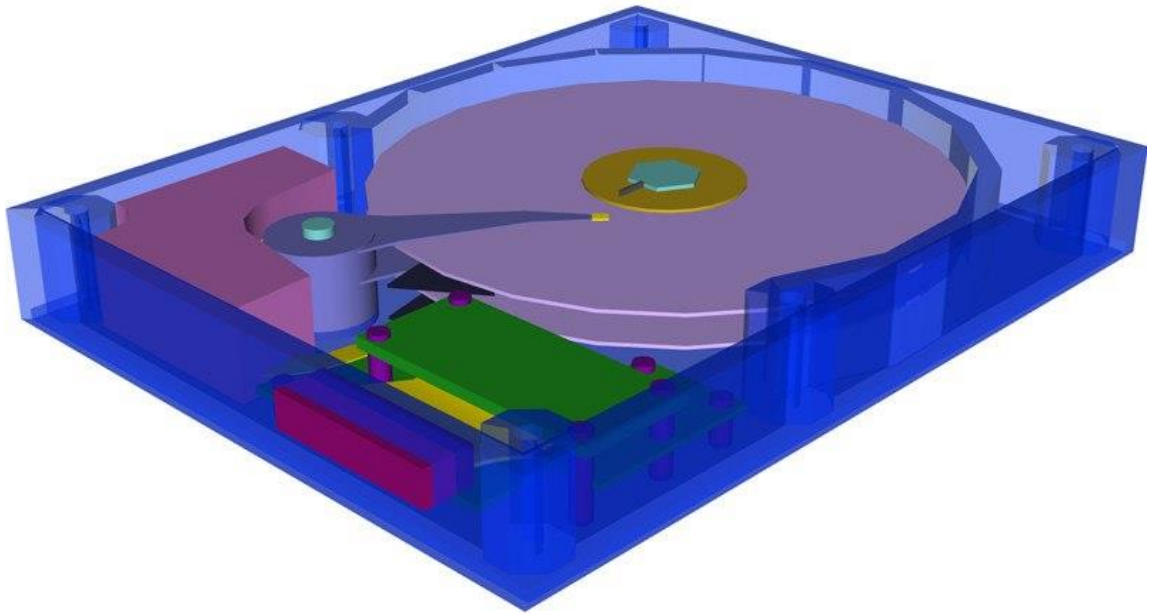
1. Организационный момент: рассказ о предстоящей работе.
2. Подготовка к активной деятельности: рассказ о внешней памяти: зачем она нужна и какие имеет особенности. Перечисление видов внешней памяти и обращение внимания на жестком диске.
3. Усвоение новых знаний и умений: учитель показывает настоящий жесткий диск в сборе и показывает фотографию жесткого диска без верхней крышки. Рассказывает, об основных элементах конструкции жесткого диска по фотографии и показывает где они находятся на настоящем устройстве. Дает

жесткий диск классу и просит измерить его габариты с помощью линейки. Рассказывает, как работать с программой для 3D-моделирования SketchUp. Основные инструменты: прямоугольник, круг, вытянуть, изменить контур, линия, выделение, ластик, а также инструменты для навигации: вращение, приближение и перемещение. Школьники изучают жесткий диск, измеряют габариты.

4. Закрепление знаний и умений: учитель показывает пример модели на доске, изображенной на Рисунке 31. Учащиеся разделяются в группы по 3 человека, пересаживаются за компьютеры и создают упрощенную модель жесткого диска, учитывая габариты и изображение разобранного жесткого диска изображенного на Рисунке 32. Выбирается самая лучшая модель (наиболее точная по габаритам, обладающая основными элементами конструкции, а также сохранение пропорций) и сохраняется на компьютер с программным обеспечением, реализующим технологию дополненной реальности. В эксперименте был использован планшет и программа Augmented. Создается маркер дополненной реальности на верхней крышке жесткого диска. Либо на основе заводских наклеек с техническими данными жесткого диска, либо крепится заранее изготовленный маркер. Модель жесткого диска, созданная учащимися, калибруется на соответствие реальному жесткому диску. Подбирается размер, совмещаются ко краям, а также определяется направление. Учащиеся изучают получившуюся модель, которая проектируется на жесткий диск, изображенный на Рисунке 8.

5. Проверка полученных знаний: школьники пересаживаются за парты и проходят итоговый тест

Для примера 3D-модели была использована модель жесткого диска со средней детализацией и без натуральных текстур, как изображено на Рисунке 31. Учащиеся должны были получить похожую модель, но с меньшей детализацией и с учетом габаритов настоящего жесткого диска.



*Рисунок 31 – 3D-модель жесткого диска*

В качестве программы для 3D-моделирования, была выбрана программа SketchUp, изображенная на Рисунке 32. Изначально разрабатываемая для архитектуры и дизайна, она получила простой и понятный интерфейс, а главное – особенный принцип построения 3D-моделей, который позволяет строить простые модели без особой подготовки. Смысл заключается в «вытягивании» плоских фигур и дальнейшей их деформации. Благодаря такому подходу, учащиеся знакомые с 2D-графикой быстро осваивают новый материал.

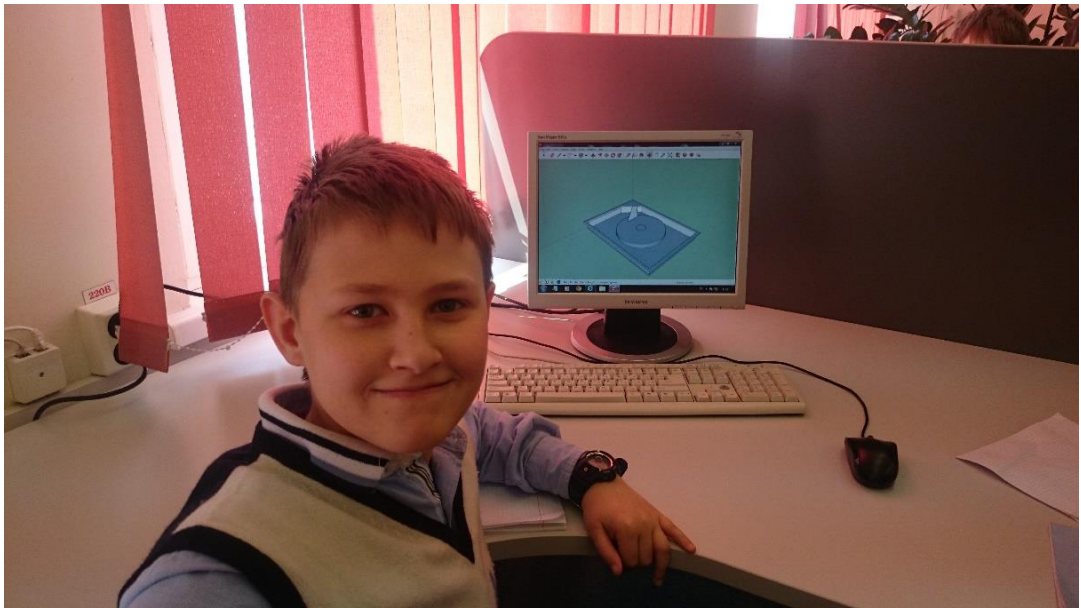


Рисунок 32 – Учащийся разрабатывает 3D-модель жесткого диска

Загрузив получившуюся модель жесткого диска на планшет, который в данном случае выступает в роли устройства дополненной реальности, изображенный на Рисунке 33, учащиеся создают опорное изображение – маркер, используя сервисные наклейки жесткого диска. Затем необходимо определить ориентацию модели, согласно настоящему объекту, а затем, подобрать масштаб.



Рисунок 33 – 3D-модель жесткого диска накладывается с помощью устройства дополненной реальности на реальный объект

Учащиеся с энтузиазмом работают на уроке, выполняя все задания с применением творческого подхода. При этом, они не только изучают строение жесткого диска, но и учатся 3D-моделированию, системам дополненной реальности и исследовательской деятельности.



### ПРИМЕР НЕЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ОБУЧЕНИИ

В большинстве случаев дополненная реальность служит для замены каких-либо реально существующих объектов. Как правило, это те объекты, которые недоступны в данный момент при обучении на уроке. Примером может служить изучение центрального процессора компьютера. У учителя не всегда есть процессор, который можно было бы изучать, разобрав его на элементы. Кроме того, даже если имеется процессор, который можно было бы разобрать – это крайне сложно сделать, не повредив при этом ядро процессора, изображенного на Рисунке 34. Так же необходимо иметь специализированный микроскоп, так как увидеть отдельные элементы ядра невооруженным взглядом невозможно, что можно увидеть на Рисунке 35.

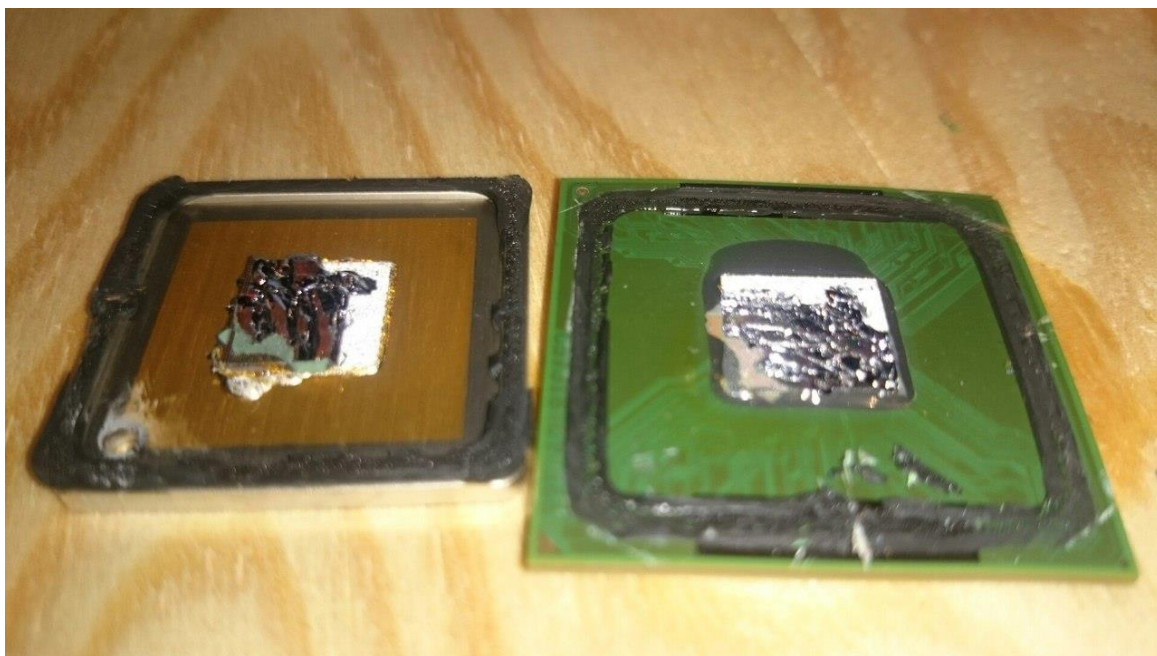


Рисунок 34 – При вскрытии процессора ядро было расколото на две части из-за наличия припоя между кристаллом и внешней крышкой

Еще одной трудностью при таком изучении процессора является то, что структура ядра многослойна и для доступа к внутренним слоям необходимо снять внешний. Эта задача является сложной, а кроме того, долговременной и необратимой. Для корректного изучения таким способом, нужно несколько аккуратно разобранных процессоров с разной степенью снятия слоев. С помощью технологии дополненной реальности можно решить данные проблемы, притом на различных этапах. Например, можно отобразить всю модель процессора, если нет настоящего объекта для демонстрации. Можно отобразить кристалл под крышкой настоящего процессора, а также его увеличение, притом различных слоев. В качестве основы накладываемого изображения, может быть, как компьютерная модель, так и снимки, сделанные заранее.

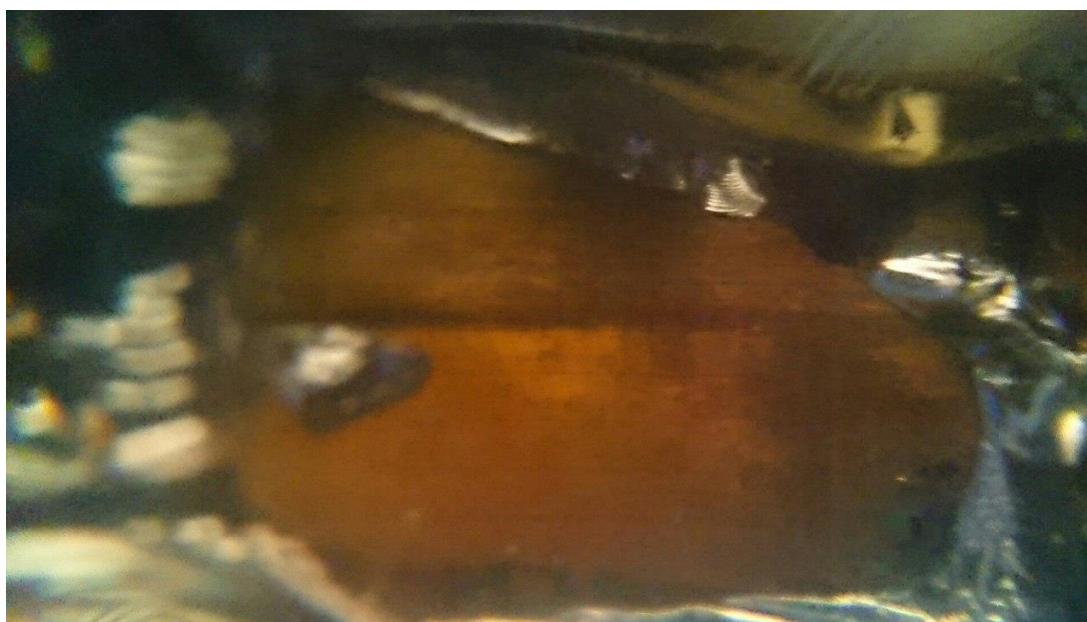


Рисунок 35 – Уцелевшая часть ядра под микроскопом

В данном примере технология дополненной реальности могла бы помочь избежать данных трудностей при обучении. Однако, она не может полностью заменить «настоящую» лабораторную работу. Поэтому, следует комбинировать оба подхода в процессе обучения учащихся основной школы.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВХОДНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ТЕМЕ  
«ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ»**

- 1) Что понимается под дополненной реальностью (Открытый ответ)
- 2) Как переводится на английский язык «дополненная реальность»? (Один вариант ответа)
  - a) Virtual reality
  - b) Augmented virtuality
  - c) **Augmented reality**
  - d) Mixed reality
- 3) Что входит в понятие смешанная реальность? (Несколько вариантов ответов)
  - a) Реальное окружение
  - b) Виртуальная реальность
  - c) **Дополненная реальность**
  - d) **Дополненная виртуальность**
- 4) Что может выступать в качестве устройства дополненной реальности? (Несколько вариантов ответов)
  - a) **Смартфон**
  - b) **Планшет**
  - c) Телевизор
  - d) Квадрокоптер
- 5) Что общего между виртуальной и дополненной реальностью (Несколько вариантов ответа)
  - a) **Наличие виртуальных объектов**
  - b) **Позиционирование в пространстве**
  - c) Наличие реальных объектов
  - d) Полностью виртуальный мир

- 6) В какой из областей больше всего виртуальных объектов? (Один вариант ответа)
- a) Реальное окружение
  - b) Дополненная реальность
  - c) Дополненная виртуальность
  - d) **Виртуальная реальность**
- 7) В чем заключается основное различие между очками дополненной и виртуальной реальности? (Один вариант ответа)
- a) Наличие динамиков
  - b) Наличие манипуляторов
  - c) **Наличие прозрачного дисплея**
  - d) Наличие камеры

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИТОГОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ТЕМЕ  
«ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ»**

- 1) Как переводится на английский язык «дополненная реальность»? (Один вариант ответа)
  - a) Virtual reality
  - b) Augmented virtuality
  - c) **Augmented reality**
  - d) Mixed reality
- 2) Что входит в понятие смешанная реальность? (Несколько вариантов ответов)
  - a) Реальное окружение
  - b) Виртуальная реальность
  - c) **Дополненная реальность**
  - d) **Дополненная виртуальность**
- 3) К какому классу позиционирования относится система дополненной реальности, ориентирующаяся по визуальным образам? (Один вариант ответа)
  - a) **Локального позиционирования**
  - b) Глобального позиционирования
  - c) Смешанного позиционирования
  - d) Областного позиционирования
- 4) Как называются специально подготовленные изображения для распознавания системой дополненной реальности? (Один вариант ответа)
  - a) Карандаши дополненной реальности
  - b) **Маркеры дополненной реальности**
  - c) Картинки дополненной реальности
  - d) Цели дополненной реальности

- 5) В чем заключается одно из основных различий дополненной реальности с компьютерной графикой в кинофильмах? (Один вариант ответа)
- a) Зрелищность
  - b) **Создание и обработка в реальном времени**
  - c) Наличие очков дополненной реальности
  - d) Необходимость вычислительных мощностей
- 6) Какие компоненты необходимы для визуальной системы дополненной реальности? (Несколько вариантов ответов)
- a) **Камера**
  - b) **Вычислительное устройство**
  - c) Колонки
  - d) **Программное обеспечение**
- 7) Что включает в себя понятие «Реальное окружение»? (Один вариант ответа)
- a) Виртуальные объекты
  - b) **Реальные объекты**
  - c) 3D-модели
  - d) Дополненная реальность
- 8) В какой из областей больше всего виртуальных объектов? (Один вариант ответа)
- a) Реальное окружение
  - b) Дополненная реальность
  - c) Дополненная виртуальность
  - d) **Виртуальная реальность**
- 9) В каком порядке происходит добавление объекта дополненной реальности? (Выставить в правильном порядке)
- a) Распознавание реального объекта
  - b) Определение положения реального объекта
  - c) Задание позиции виртуального объекта
  - d) Отображение виртуального объекта

- 10) В чем заключается основное различие между очками дополненной и виртуальной реальности? (Один вариант ответа)
- a) Наличие динамиков
  - b) Наличие манипуляторов
  - c) **Наличие прозрачного дисплея**
  - d) Наличие камеры
- 11) Какие факторы способствуют лучшему распознаванию образов и позиционированию систем дополненной реальности? (Несколько вариантов ответа)
- a) **Высокая контрастность реального объекта**
  - b) **Высокое качество камеры**
  - c) Высокое качество виртуального объекта дополненной реальности
  - d) **Хорошая освещенность реального объекта**
- 12) Дайте определение понятию «технология дополненной реальности»  
(Задание с открытым ответом)
- 13) Дайте определение понятию «средство дополненной реальности»  
(Задание с открытым ответом)

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВХОДНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ТЕМЕ  
«КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА»**

- 1) Что такое компьютер? (Открытый ответ)
- 2) Какие существуют виды компьютеров? (Открытый ответ)
- 3) Что такое аппаратное обеспечение компьютера? (Открытый ответ)
- 4) Что такое программное обеспечение компьютера? (Открытый ответ)
- 5) Что находится в системном блоке персонального компьютера? (Открытый ответ)
- 6) Какие существуют устройства ввода информации? (Открытый ответ)
- 7) Какие существуют устройства вывода информации? (Открытый ответ)
- 8) От чего может зависеть быстродействие персонального компьютера? (Открытый ответ)
- 9) В чем отличие внешней и внутренней памяти? (Открытый ответ)
- 10) Какими особенностями обладает оперативная память? (Открытый ответ)



**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИТОГОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ТЕМЕ  
«КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА»**

- 1) Что такое архитектура компьютера? (Открытый ответ)
- 2) Какие существуют виды памяти? (Открытый ответ)
- 3) Что такое системная магистраль и из каких шин она состоит? (Открытый ответ)
- 4) Какие существуют виды программного обеспечения? (Открытый ответ)
- 5) Какие устройства находятся в центральном процессоре и для чего они предназначены? (Открытый ответ)
- 6) Назовите основные параметры дисплея. (Открытый ответ)
- 7) Какие существуют устройства вывода информации? (Открытый ответ)
- 8) Какие компоненты находятся на системной плате персонального компьютера? (Открытый ответ)
- 9) Назовите этапы обработки команд центральным процессором. (Открытый ответ)
- 10) Назовите основные виды внешней памяти с их преимуществами и недостатками. (Открытый ответ)

## ДОКУМЕНТЫ ОБ АПРОБАЦИИ





**To whom it may concern**

This is to certify that *Mr. Alexandr Grinshkun* has visited the Department of Teacher Education, University of Helsinki during 24-26<sup>th</sup> of September, 2013.

During the visit the *Mr. Grinshkun* was given lectures on the topics

- *Finnish Education System and Teacher Education* by Dr. Jari Lavonen, Head of Department, Professor of Physics and Chemistry Education.
- *Subject Didactics* by Dr. Eero Salmenkivi
- *Education for Diversities* by Dr. Fred Dervin
- *Socio-Scientific Issues in Chemistry Education*

*Mr. Grinshkun* also made a visit to the Normal Lyceum of Helsinki and the Kumpula Campus (Natural Sciences).

In addition, *Mr. Grinshkun* took part in discussions and delivered a report on "Teaching methods with application of augmented reality technology".

Helsinki, 26<sup>th</sup> of October, 2013

Mona-Liza Eid  
Coordinator of International Affairs  
Department of Teacher Education  
University of Helsinki



UNIVERSITY OF HELSINKI  
Department of Teacher Education  
Faculty of Behavioural Sciences