

*На правах рукописи*



**Гриншкун Александр Вадимович**

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

Специальность 13.00.02 – теория и методика  
обучения и воспитания (информатика)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Москва – 2018

Работа выполнена на кафедре информатики и прикладной математики института цифрового образования Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет»

**Научный руководитель:** **Левченко Ирина Витальевна,**  
доктор педагогических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Хеннер Евгений Карлович,**  
член-корреспондент РАО,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
информационных технологий ФГБОУ ВО  
«Пермский государственный национальный  
исследовательский университет»

**Истомин Иван Петрович,**  
кандидат педагогических наук,  
учитель информатики  
ГБОУ г. Москвы «Школа №967»

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Волгоградский социально-  
педагогический университет»

Защита состоится 19 декабря 2018 года в 14:00 на заседании диссертационного совета Д 850.007.03 на базе ГАОУ ВО города Москвы «Московский городской педагогический университет» по адресу 127521, г. Москва, ул. Шереметьевская, д. 29, ауд. 404.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАОУ ВО города Москвы «Московский городской педагогический университет» по адресу: 129226, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4 и на сайте ГАОУ ВО МГПУ [www.mgpu.ru](http://www.mgpu.ru)

Автореферат разослан «\_\_» октября 2018 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат педагогических наук



Н.А. Усова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**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 предположениями. 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 курсе 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. Выготский, 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. Первина, Т.Н. Суворова, Е.К. Хеннер, С.И. Шварцбурд, 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 учёт 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 в обучении информатике 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 задач 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, Vufloria, 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 психологических и педагогических наук, теории и методики обучения информатике, разработки и использования современных мультимедиа технологий, адекватностью используемых методов задачам исследования, учётом 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 её разработанности; определены

теоретические аспекты применения 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 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), Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию Казахского экономического университета (Алматы, Казахстан, 2012), семинаре факультета поведенческих наук Университета Хельсинки (Хельсинки, Финляндия, 2013), конкурсе «УМНИК» (Москва, 2013), семинаре института бизнеса Университета прикладных наук «Фонтис» (Венло, Нидерланды, 2016), ежегодных научных конференциях преподавателей и студентов, научных семинарах 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 технологий дополненной реальности в курсе информатики 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.

**Структура диссертации** определена логикой, целями и задачами исследования. Диссертационная работа содержит 219 страниц и состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и восьми приложений.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность исследования, определены проблема, цель, объект, предмет исследования, сформулированы гипотеза, задачи и методы исследовательской работы, описаны этапы проведения, методологическая и экспериментальная базы исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, данные об апробации и внедрении полученных результатов.

**Первая глава «Теоретические и технологические предпосылки обучения и использования технологии дополненной реальности в школьном курсе информатики»** состоит из трёх параграфов и посвящена анализу существующих подходов к рассмотрению информационных технологий в качестве объекта изучения и средства обучения, раскрытию сущности технологии дополненной реальности, исследованию возможности обучения и использования этой технологии в школьном курсе информатики.

В связи с тем, что объёмы информационных потоков, в которых необходимо ориентироваться современным специалистам, неуклонно возрастают,

стимулируется разработка новых информационных технологий, порождается необходимость обучения этим технологиям. В диссертации показано, что среди школьных дисциплин, при обучении которым применяются информационные технологии, особым свойством обладает общеобразовательный курс информатики, в котором они выступают не только в роли средств обучения, но и в роли объекта изучения.

Анализ истории развития курса информатики, а также современных источников показал, что в настоящее время при обучении информатике расставляются особые акценты: вместо решения прикладных задач формирования компьютерной грамотности приоритет отдаётся овладению школьниками фундаментальными основами информатики и формированию у них информационной культуры. В результате среди содержательно-методических линий общеобразовательного курса информатики была выделена линия «Информационные технологии», определены существующие подходы к применению информационных технологий в основной школе.

Выявлено, что общеобразовательный курс информатики является одним из базовых компонентов общего образования. В содержание образования он должен входить 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. Показано, что умения и навыки применения технологий и средств, формируемые учащимися на уроках информатики, могут повсеместно использоваться при подготовке по разным учебным дисциплинам. Определены теоретические и технологические предпосылки использования дополненной реальности в качестве объекта изучения и средства обучения.

Продемонстрировано, что фундаментальные подходы к обучению информатике, подготовка в области информационных технологий и практика применения средств информатизации всё ещё не являются взаимосвязанными. Данный фактор учитывался в рамках исследований в области расширения содержания и спектра средств обучения информатике в основной школе. Обосновано, что представления об информационных технологиях необходимо вводить, расширять и углублять в разных частях курса информатики. За счёт этого должна быть выстроена целостная содержательно-методическая линия «Информационные технологии», а обучение технологий дополненной реальности должно являться частью такой линии.

Прообразом исследуемой технологии принято считать технологию виртуальной реальности, различия между которыми заключаются в соотношении «компьютерных» и реальных объектов, способах взаимодействия с реальным миром. Аргументировано, что технология дополненной реальности имеет существенный потенциал с точки зрения расширения сфер применения компьютерной техники, но для её эффективного использования нужны относительно большие мощности компьютеров, качественные устройства ввода и вывода, компактность, специфические системы обеспечения автономности, более

рациональные программы для распознавания визуальных образов и «привязки» виртуальных объектов к реальным.

Исследование базируется на использовании понятия континуума «реальность-виртуальность» (континуум Милграма), описывающего соотношение разных видов реальности, в числе которых реальное окружение, виртуальная реальность и дополненная реальность, дополненная виртуальность, образующие смешанную реальность. 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 порождённость, актуальность, автономность, интерактивность и др. Эти и другие параметры, соотношения, факторы и выводы следует учитывать в содержании обучения дополненной реальности в курсе информатики.

Для использования в рамках исследования и последующего включения в систему обучения информатике выработан подход к трактовке понятия «технология дополненной реальности», под которой 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.

Определено, что *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.

Выявлены и описаны два подхода к позиционированию объектов – локационно-зависимый и объектно-зависимый. Благодаря таким преимуществам, как помехоустойчивость, точность и простота второй подход предпочтителен для условий обучения в школе. С учётом этого он применялся в рамках апробации разработанных визуальных объектов и других результатов исследования, как показано на Рисунке 1.

Выделены четыре основных компонента технологии дополненной реальности, значимых с точки зрения совершенствования обучения информатике в школе: аппаратные средства, специализированное программное обеспечение, система распознавания и содержательное наполнение. В качестве критериев для классификации систем дополненной реальности предложены тип их взаимодействия с пользователем, степень мобильности, функциональное назначение.



Рисунок 1 – Учебная демонстрация, основанная на замене реального жёсткого диска компьютера на виртуальный жёсткий диск «в разрезе»

Изучение специфики технологии дополненной реальности позволило выявить её существенный образовательный потенциал, что свидетельствует в пользу целесообразности активного использования соответствующих компьютерных средств в качестве средств обучения, как информатике, так и большинству других школьных дисциплин. Применение такой технологии влечёт за собой повышение узнаваемости объектов и процессов за счёт 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. Выработаны подходы к эффективному совместному использованию технологии дополненной реальности с традиционными наглядными пособиями, бумажной литературой, электронными ресурсами и другими средствами обучения. 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.

Анализ особенностей систем дополненной реальности свидетельствует, что разные аспекты их образовательного применения должны быть включены в содержание подготовки учителей информатики. 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.

В аналитической части исследования выявлены и систематизированы возможные направления использования технологии дополненной реальности при обучении информатике в школе, отражённые на Рисунке 2.



Рисунок 2 – Возможные направления использования технологий дополненной реальности при обучении информатике в школе

Аргументы и примеры, содержащиеся в первой главе, свидетельствуют о возможности и целесообразности соответствующего совершенствования методической системы обучения информатике в основной школе.

**Вторая глава** «Методика обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы» состоит из четырёх параграфов и посвящена моделированию методической системы обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы, разработке компонентов для совершенствующей системы обучения, формированию и использованию системы визуальных средств дополненной реальности для обучения информатике в основной школе, а также экспериментальной проверке истинности гипотезы.

С опорой на факторы и выводы, приведённые в первой главе, создана модель методической системы обучения и использования технологии дополненной реальности в курсе информатики основной школы, визуализированная в диссертации в виде трёх графов (суммарно содержащих 78 вершин-элементов), главный из которых изображён на Рисунке 3.

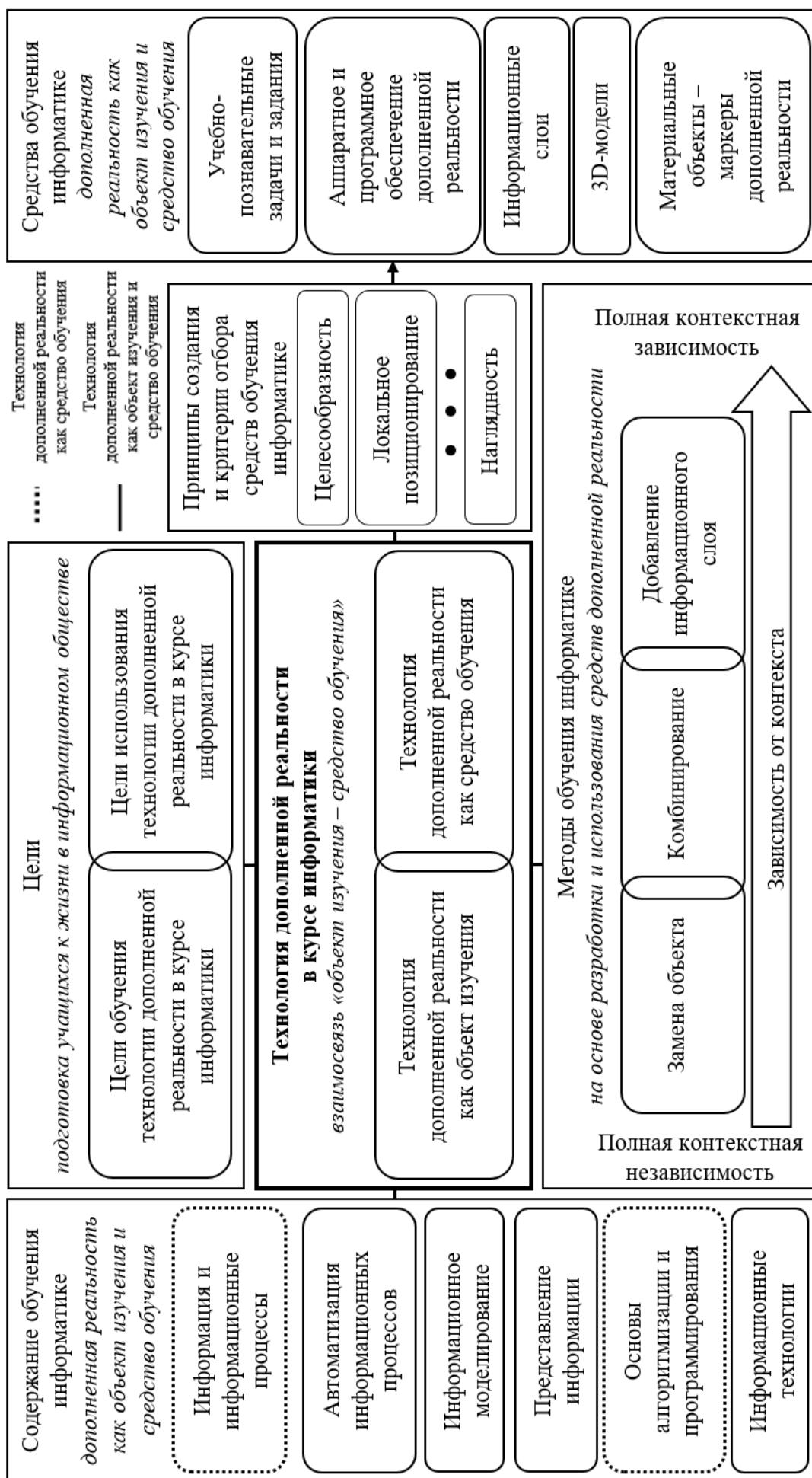


Рисунок 3 – Модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности

Центральный блок «Технология дополненной реальности в курсе информатики» отображает взаимосвязь технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения. Этот блок связан 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 принципов создания и критериев отбора средств обучения информатике.

Блок «Цели» раскрывает основное целеполагание внедрения технологии дополненной реальности в курсе 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, а именно, заменой объекта, комбинирования и добавления информационных слоёв. В качестве критерия для классификации выделена 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.

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. В данном блоке содержится и предложенная новая тема, посвящённая изучению технологии дополненной реальности, которую целесообразно добавить в содержание обучения информатике в основной школе.

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, методическим, психологическим, функциональным, дизайн-эргономическим, эстетическим требованиям, а также требованиям охраны здоровья учащихся и учителей. К относительно традиционным добавлено *требование эффективности позиционирования* (средства технологии дополненной реальности устойчиво (при изменении освещения, движении, смене ракурса, течении времени) и верно распознают объекты реального мира и корректно связывают с ними виртуальные объекты), *требование целесообразности использования средства обучения, основанного на технологии дополненной реальности* (оправданное применение в обучении подходов,

основанных на введении в реальное окружение школьников виртуальных объектов, в условиях, когда это необходимо для достижения целей обучения, и когда эти цели невозможно или затруднительно достичь при использовании реальных объектов и процессов), *требование максимально правдоподобного моделирования «реальных» действий с виртуальными объектами* и другие требования.

Блок «Средства обучения информатике» определяет взаимодействие учащихся, учителей и средств обучения информатике, базирующихся на технологии дополненной реальности. В число средств обучения предлагается включить систему учебно-познавательных задач, компьютерную и программную платформы, обеспечивающие работу с технологией дополненной реальности, содержательное наполнение в виде информационных слоёв, 3D-моделей и материальных маркеров.

*Целями* использования технологии дополненной реальности при обучении информатике в основной школе являются обеспечение процесса освоения школьниками основ создания и использования технологии дополненной реальности (взаимосвязь использования этой технологии в качестве объекта изучения и средства обучения), повышение эффективности обучения разделам и темам курса информатики, в том числе путём повышения наглядности учебных материалов и проведения ранее недоступных лабораторных работ и демонстраций. В диссертации перечислены образовательные задачи, а также планируемые предметные, личностные и метапредметные результаты обучения школьников технологии дополненной реальности.

Содержание обучения информатике в основной школе предлагается усовершенствовать путём интеграции технологии дополненной реальности в процесс обучения и введения новых понятий: информация и информационные процессы – визуализация информационных процессов; представление и кодирование информации – распознавание образов; аппаратное обеспечение компьютера – распознавание образов как способ ввода информации, устройства дополненной реальности и их виды, аппаратное обеспечение устройства дополненной реальности; программное обеспечение компьютера – программное обеспечение устройств дополненной реальности, дополненная реальность как компьютерный интерфейс; формализация и моделирование – особенности моделирования физических процессов при использовании технологии дополненной реальности, дополненная реальность как средство проектирования виртуальных моделей на реальный мир, создание моделей для систем дополненной реальности; алгоритмизация и программирование – программирование устройств дополненной реальности, программирование распознавания образов; информационные технологии – 3D-моделирование в системах дополненной реальности, применение голограмм технологии дополненной реальности, технологии дополненной и виртуальной реальности как технологии мультимедиа, виртуальной и дополненной реальности, перевод текстовой информации системами дополненной реальности; основы социальной информатики – применение технологии дополненной реальности как этап информатизации

общества, история появления и развития технологии дополненной реальности, этика применения технологии дополненной реальности.

В диссертации в табличном виде описан *фрагмент тематического планирования обучения*, показаны возможные способы использования технологии дополненной реальности, что определяет возможные методы обучения усовершенствованному курсу информатики.

Необходимо отслеживать, 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. В первую очередь, 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 позволяют учителям информатики и школьникам создавать относительно несложные визуальные средства дополненной реальности указанных видов (Рисунок 4). Для создания средств обучения и выполнения заданий учащимися в диссертации предложены и показаны на примерах: программирование на языке C# с опорой на подпрограммы библиотеки AForge.Net, использование 3D-редакторов Blender и SketchUp, систем для визуализации Unity3d (совместно с системой Vufloria), HP Reveal (Aurasma) и Augmented.

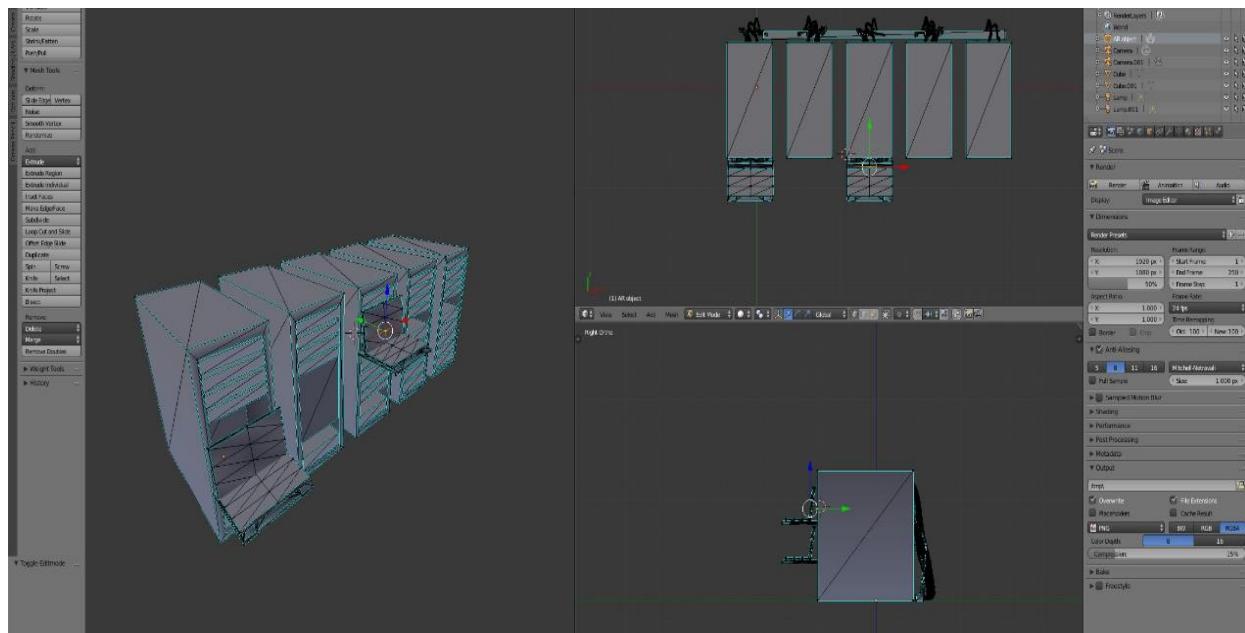


Рисунок 4 – Создание учителем информатики для системы дополненной реальности 3D-модели стойки компьютерного data-центра

Анализ специфики технологии дополненной реальности позволил выделить четыре способа её применения для обучения информатике, а также

привести примеры задач для каждого способа. Такие способы играют роль основных ориентиров для создания и использования исследуемых визуальных средств. *Первый способ* основан на замене виртуальных объектов реальными. Учащийся выполняет часть задания с помощью технологии дополненной реальности, изучая на основе манипулирования визуальными виртуальными объектами порядок работы и необходимые элементы. После выполнения подобных действий учащийся допускается к выполнению задания на реальных объектах. Этот способ целесообразно применять там, где присутствует высокий уровень вхождения для выполнения практической работы, используется дорогостоящее и (или) хрупкое оборудование.

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 реальный компьютер, формируют практические умения установки и подключения его отдельных частей.

Остальные способы подробно описаны в диссертации: *второй способ*, основанный на замене реальных объектов виртуальными; *третий способ*, базирующийся на комбинированном применении реальных и виртуальных объектов; *четвертый способ*, предусматривающий применение динамических маркеров. На основе таких подходов разработаны *практические задания* «Сборка персонального компьютера», «Изучение устройства жесткого диска», «Изучение материнской платы компьютера», «Настройка беспроводной компьютерной сети».

Для подтверждения выдвинутой гипотезы была проведена серия педагогических экспериментов. *Первый эксперимент* был нацелен на проверку второй части гипотезы о технологии дополненной реальности как объекте изучения (проводён в 2014-2015 учебном году на базе ГБОУ г. Москвы «Школа №1409», 67 учащихся 8-х классов). Результаты подтвердили выдвинутое утверждение по пяти основным направлениям обучения школьников: разработка моделей для системы дополненной реальности, элементы системы дополненной реальности, принципы взаимодействия с маркерами, преобразование модели дополненной реальности к реальным объектам, устройства дополненной реальности (Рисунок 5).

*Второй эксперимент* (2014-2015 учебный год, ГБОУ г. Москвы «Школа №1409», 92 учащихся 9-х классов) был нацелен на проверку первой части гипотезы о технологии дополненной реальности как средстве обучения. Проведено экспериментальное обучение и серия тестирований школьников по разделу «Архитектура персонального компьютера» курса информатики основной школы. Результаты эксперимента представлены на Рисунке 6, обработаны при помощи статистического критерия  $\chi^2$  Пирсона и подтвердили выдвинутое утверждение с достаточной вероятностью.

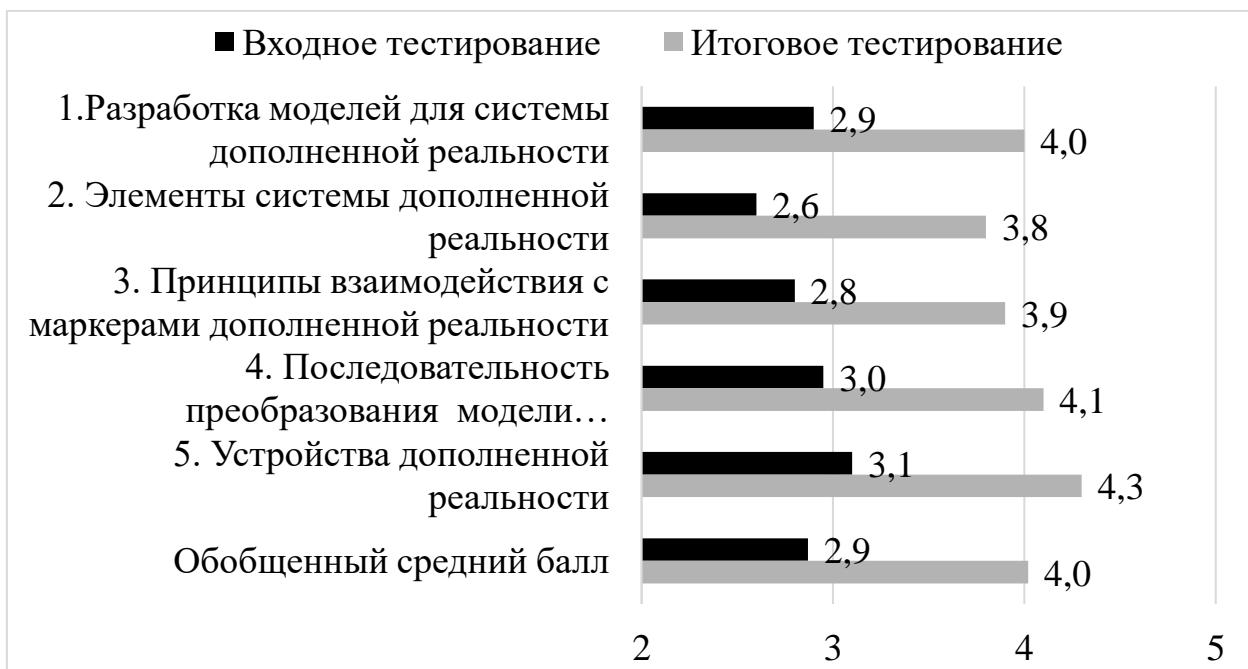


Рисунок 5 – Результаты входного и итогового тестирования (технология дополненной реальности как объект изучения)

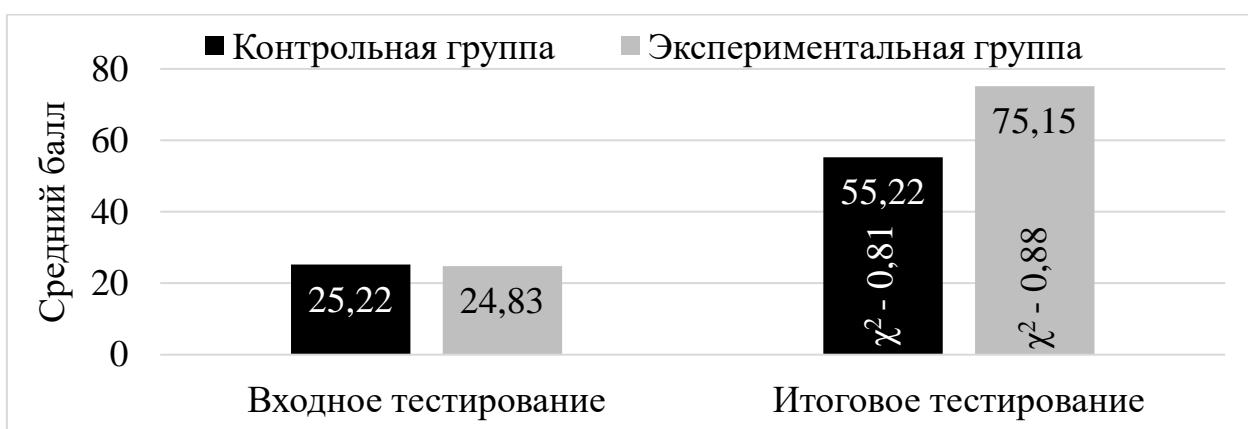


Рисунок 6 – Экспериментальное подтверждение влияния дополненной реальности как средства обучения на эффективность обучения информатике

Третий эксперимент проводился на базе ГБОУ г. Москвы «Школа №1575» в 2017-2018 учебном году, был направлен на проверку третьей части гипотезы и состоял из трёх практических заданий по робототехнике, ориентированию на местности, складированию и учёту предметов в процессе хранения. Все задания были нацелены на проверку уместности и эффективности применения 28-мю учащимися 8-х классов систем дополненной реальности в бытовой или профессиональной деятельности. В данном эксперименте на основании применения t-критерия Стьюдента было подтверждено выдвинутое утверждение с вероятностью более 95%.

В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты и выводы:

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 школьникам представление 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 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.

#### **Публикации в периодических изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ:**

1. Гриншкун А.В. Возможности использования технологий дополненной реальности при обучении информатике школьников [Текст] / А.В. Гриншкун // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2014, №3 (29). С. 87–93 (0,38 п.л.).
2. Гриншкун А.В. Об эффективности использования технологий дополненной реальности при обучении школьников информатике [Текст] / А.В. Гриншкун // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2016, №1 (35). С. 98–103 (0,31 п.л.).
3. Гриншкун А.В. Терминологические особенности изучения технологии дополненной реальности при обучении информатике [Текст] / А.В. Гриншкун // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2016, №4 (38). С. 93–100 (0,44 п.л.).
4. Гриншкун А.В., Левченко И.В. Возможные подходы к созданию и использованию визуальных средств обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности в основной школе [Текст] / А.В. Гриншкун, И.В. Левченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». / М.: РУДН, – 2017. Т. 14. №3. С. 267–272 (0,31 п.л., авторский вклад – 50%).
5. Гриншкун А.В. Технологии дополненной реальности и подходы к их использованию при создании учебных заданий для школьников [Текст] / А.В. Гриншкун // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2017, №3 (41). С. 99–105 (0,38 п.л.).

#### **Публикации в других журналах, сборниках научных трудов и материалах научных и научно-практических конференций:**

6. Гриншкун А.В. Компьютерные игры в обучении школьников [Текст] / А.В. Гриншкун // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2008, №4 (14). С. 46–47 (0,13 п.л.).

7. Гриншкун А.В. Компьютерные 3D-модели как средство обучения школьников [Текст] / А.В. Гриншкун // Международная научно-практическая конференция «Опыт и перспективы использования информационно-коммуникационных технологий в образовании» («ИТО-Томск – 2009») Сборник материалов конференции. / Томск: НОУ «Ведущий институт развивающих технологий» – 2009. С. 463–464 (0,13 п.л.).
8. Гриншкун А.В. Особенности использования электронных ресурсов в качестве средств обучения информатике [Текст] / А.В. Гриншкун // Информационные технологии в образовании и науке: материалы Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании и науке «ИТО-Самара – 2011», 28–29 апр. 2011 г. / Министерство образования и науки РФ, Министерство образования и науки Самарской области, Московский городской педагогический университет, Самарский филиал. – Самара, – 2011. С. 469–470. (0,13 п.л.).
9. Гриншкун А.В. Особенности подготовки педагогов к работе с технологиями дополненной реальности [Текст] / А.В. Гриншкун // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию КазЭУ им. Т. Рыскулова / Алматы: КазЭУ – 2012. Т. 2. С. 39–41 (0,19 п.л.).
10. Гриншкун А.В. Технология дополненной реальности как элемент содержания подготовки педагогов в области информатизации образования [Текст] / А.В. Гриншкун // Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации. Рецензируемый сборник научных трудов. / М.: НИИСО МГПУ, – 2012. Т. 2. С. 298–301. – (0,19 п.л.).
11. Полтавский А.В., Юрков Н.К., Нефедьев Д.И., Гриншкун А.В. Информационная модель распознавания образов [Текст] / А.В. Полтавский, Н.К. Юрков, Д.И. Нефедьев, А.В. Гриншкун // Труды международного симпозиума «Надёжность и качество». – 2017. Т. 2. С. 114–117. – (0,19 п.л., авторский вклад – 20%).
12. Полтавский А.В., Гриншкун А.В. Основы распознавания образов с помощью средств вычислительной техники [Текст] / А.В. Полтавский, А.В. Гриншкун // Двойные технологии. – 2017, №2. С. 55–66 (0,69 п.л., авторский вклад – 40%).