

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П.  
Астафьева»  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт/факультет Институт математики, физики и информатики  
(полное наименование института/факультета)  
Выпускающая(ие) кафедра(ы) Кафедра математики и методики обучения математике  
(полное наименование кафедры)

**Савченко Татьяна Евгеньевна**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Применение иммерсивных технологий в процессе геометрической  
подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального  
образования**

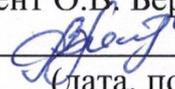
Направление подготовки/специальность 44.04.01 Педагогическое образование  
(код и наименование направления)  
Магистерская программа Математическое образование в условиях ФГОС  
(наименование программы)

**ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ**  
Заведующий кафедрой  
кандидат пед. наук, доцент М.Б. Шашкина  
24.05.2024 

(дата, подпись)

Руководитель магистерской программы  
кандидат пед. наук, доцент М.Б. Шашкина  
24.05.2024 

(дата, подпись)

Научный руководитель  
кандидат пед. наук, доцент О.В. Берсенева  
24.05.2024 

(дата, подпись)

Дата защиты: 25.06.2024 г.

Обучающийся: Т.Е. Савченко

  
(дата, подпись)

Оценка отлично  
(прописью)

Красноярск 2024

## Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Теоретические основы применения иммерсивных технологий в образовании</b> .....	11
1.1. Иммерсивные технологии в современном процессе обучения математике: роль, преимущества, возможности и сущность .....	11
1.2. Дидактический потенциал иммерсивных технологий при осуществлении геометрической подготовки студентов .....	27
1.3. Методическая модель геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий .....	42
Выводы по главе 1.....	55
<b>Глава 2. Методические аспекты геометрической подготовки студентов СПО с использованием иммерсивных технологий</b> .....	57
2.1. Цели и содержание геометрической подготовки с использованием иммерсивных технологий .....	57
2.2. Методическое обеспечение геометрической подготовки на основе использования иммерсивных технологий .....	72
2.3. Оценка эффективности и результаты экспериментального применения иммерсивных технологий в обучении геометрии .....	103
Выводы по 2 главе.....	126
<b>Заключение</b> .....	128
<b>Библиографический список</b> .....	131
<b>Приложение А</b> .....	144
<b>Приложение Б</b> .....	147
<b>Приложение В</b> .....	149
<b>Приложение Г</b> .....	152
<b>Приложение Д</b> .....	154
<b>Приложение Е</b> .....	157
<b>Приложение Ж</b> .....	158

## Введение

Развитие общества, его научно-технологический прогресс немислим без качественного математического образования его членов. Воспитание математически грамотного человека становится задачей всего института образования, начиная формального образования в рамках школы и профессионального образования, затем неформального и информального. Логично, что ключевую роль в этом процессе имеют школы, а также учреждения среднего профессионального образования, предоставляющие образовательные услуги для детей. Очевидно, что при организации математического образования важна реализация развивающей функции, а ведущей целью обучения должно служить развитие личности обучающегося средствами математики, его мышления и системы знаний, умений применять при различных ситуациях.

В современном мире профессионального образования, где информация доступна буквально на кончиках пальцев, ключевым фактором успеха становится не просто передача знаний, а создание стимулирующей и интерактивной среды, в которой студенты активно участвуют в учебном процессе, развивают свои компетенции. Важно отметить, что обучение математике в учреждениях среднего профессионального образования имеет свои особенности, обусловленные условиями обучения, контингентом, а также целью - необходимостью продемонстрировать применимость математического аппарата для решения профессиональных задач.

В тоже время в нормативных документах в качестве целевого направления совершенствования математического образования в учреждениях среднего профессионального образования на современном этапе обозначена информатизация (ФГОС, «Концепция .....»). Это обусловлено требованиями внедрения современных технологий обучения

в преподаваемые дисциплины, а также развитием обучающегося как личности. Одним из наиболее перспективных подходов к достижению этой цели в обучении в целом, и математике, в частности, является использование иммерсивных технологий (виртуальная, дополненная и смешанная реальности) и является ключевым современным направлением исследований в теории и методике обучения математике.

Одним из ключевых направлений применения иммерсивных технологий в среднем профессиональном образовании является геометрическая подготовка студентов. Геометрия является фундаментальной дисциплиной, которая лежит в основе многих технических и инженерных специальностей. Традиционные методы и средства преподавания геометрии, такие как лекции и учебники, часто оказываются недостаточно эффективными для глубинного понимания сложных пространственных концепций. Изучение геометрии требует от студентов не только понимания абстрактных понятий, но и развития пространственного мышления и умения визуализировать геометрические объекты.

Возможность и наличие дидактических преимуществ иммерсивных технологий в обучении подчеркнута в работах О.О. Варламова, М.Н. Краснянского, А.В. Остроуха, Я.Г. Подкосовой и др. Ученые отмечают, что виртуальная реальность открывает уникальные возможности для исследования недоступных в реальный момент времени предметов, с одной стороны, визуализации пространственных связей объектов - с другой. Технология дополненной реальности, в частности, как отмечают Н.М. Дреготень, М.В. Шабанова, А.В. Гриншкун, Р.Э. Асланов и А.С. Кузнецов и др., позволяет студентам взаимодействовать с геометрическими объектами в реальном времени, что значительно улучшает их понимание и запоминание материала. Однако, применение иммерсивных технологий также должно учитывать проблемы изучения

стереометрии и преодоление клипового мышления, описанные Г.Я. Перельманом, Д.А. Джалмукашевым, Р.В. Сальным и другими. Разработка специализированных программ и заданий, основанных на иммерсивных технологиях, может помочь преодолеть проблемы формализации обучения геометрии, слабой мотивированности обучающихся и низкого качества их геометрической подготовки. Несмотря на интерес ученых к исследованию возможностей применения иммерсивных технологий в обучении, описания моделей их применения, следует признать ограниченность работ по объему и распространению. В большей мере описаны возможности и частные практики их применения в рамках обучения информатике, медицине. В них недостаточно исследованы возможности использования потенциала иммерсивных технологий при обучении геометрии.

Все вышеизложенное позволяет утверждать, что организация геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования на современном этапе связана с разрешением ряда объективных противоречий:

- между необходимостью интенсификации процессов цифровизации среднего профессионального образования и недостаточной готовностью системы образования к успешной реализации необходимых трансформаций для организации процесса обучения геометрии;

- между достаточной разработанностью в психологии и педагогике общетеоретических положений использования иммерсивных технологий в обучении и слабой изученностью специфики их применения при обучении геометрии студентов среднего профессионального образования;

- между существующим потенциалом использования иммерсивных технологий в геометрической подготовке и отсутствием специальных методик, позволяющих реализовать этот потенциал в процессе геометрической подготовки.

Обозначенные противоречия актуализировали научную **проблему исследования**: как осуществлять геометрическую подготовку студентов среднего профессионального образования на основе иммерсивных технологий?

Недостаточная теоретическая разработанность проблемы исследования, а также ее актуальность в образовательной практике послужили основанием выбора темы исследования: «Применение иммерсивных технологий в процессе геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования».

**Цель исследования** - разработка и реализация методики обучения геометрии в учреждениях среднего профессионального образования в условиях применения иммерсивных технологий обучения.

**Объект исследования** - процесс обучения геометрии студентов в учреждениях среднего профессионального образования.

**Предмет исследования** - методика обучения геометрии в учреждениях среднего профессионального образования.

**Гипотеза исследования** - геометрическая подготовка студентов в условиях применения иммерсивных технологий в учреждениях среднего профессионального образования будет результативной, если:

конкретизированы содержание и структура геометрической подготовки, критерии и уровни сформированности ее компонентов;

выявлен и обоснован дидактический потенциал иммерсивных технологий обучения для осуществления геометрической подготовки;

создана модель геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий;

определен набор методов, средств и форм обучения, ориентированных на осуществление геометрической подготовки в условиях применения иммерсивных технологий;

разработан диагностический инструментарий для определения уровня сформированности компонентов геометрической подготовки.

Для достижения цели исследования в соответствии с выдвинутой гипотезой в ходе исследования решались следующие **задачи**:

1) конкретизировать сущность понятия «геометрическая подготовка», определить его структуру и содержание;

2) определить дидактический потенциал иммерсивных технологий в процессе геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования;

3) разработать научно обоснованную модель геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования;

4) выявить методы и формы обучения, разработать средства обучения для организации геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования;

5) апробировать методику обучения геометрии с использованием иммерсивных технологий и экспериментально подтвердить ее результативность.

Теоретико-методологической основой исследования проблемы являются фундаментальные работы в области основные положения теории контекстного обучения (А.А. Вербицкий, О.Г. Ларионова и др.), педагогические концепции использования ИКТ в учебном процессе (В.П. Беспалько, М.П. Лапчик, В.Р. Майер, Н.И. Пак, Е.С. Полат, О.Г. Смолянинова и др.).

В процессе решения поставленных задач и подтверждения выдвинутой гипотезы использовались **методы** педагогического исследования, отвечающие требованиям принципа комплексности: теоретические (теоретико-методологический анализ научно-методической и психолого-педагогической литературы по проблеме исследования;

изучение и анализ нормативных и программных материалов; изучение и обобщение педагогического опыта по проблеме исследования; абстрагирование, конкретизация, моделирование, проектирование, конструирование в аспекте исследуемой проблемы); эмпирические (наблюдение, анкетирование, тестирование, беседа, анализ письменных работ, педагогический эксперимент, метод экспертных оценок, самооценка); статистические (методы измерения и математической обработки экспериментальных данных (критерий Стьюдента), их количественный и качественный анализ).

Научная новизна данного исследования заключается в:

- определении основных компонентов, критериев и уровней сформированности геометрической подготовки;
- разработке компонентов методики обучения геометрии с использованием иммерсивных технологий.

Теоретическая значимость исследования определяется тем, что в нем:

- предложена методика формирования компонентов геометрической подготовки студентов;
- выявлены дидактические принципы организации геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования.

Практическая значимость состоит в:

- разработке и внедрении в образовательную практику специально разработанных средств обучения геометрии, включающих задач и профессионального контекста и мобильное приложение;
- разработке контрольно-измерительных материалов для оценки уровня сформированности компонентов геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования.

**Опытно-экспериментальная база:** Красноярский Институт Железнодорожного транспорта, филиал Иркутского Государственного Университета Путей Сообщения, обучение студентов первого курса СПО.

**Апробация результатов исследования** осуществлялось посредством публикаций на Всероссийскую научно-практическую конференцию «Новое образование для устойчивого развития Енисейской Сибири» (г. Красноярск, 2022), Всероссийскую научно-практическую конференцию с международным участием «Образование и наука в XXI веке: математика, физика, информатика и технологии в смарт-мире» (г. Красноярск, 2024), Всероссийскую научно-методическую конференцию «Специалист новой формации: проблемы и перспективы профессионального образования» (г. Красноярск, 2024).

**Структура работы** включает введение, две главы, заключение, библиографический список и приложения.

Во Введении обоснована актуальность исследования, сформулированы его цель, объект, предмет, гипотеза и задачи. Описаны методы исследования и структура работы.

В первой главе на основе анализа литературы раскрывается понятие содержание, структура категории «геометрическая подготовка», приведены критерии и уровни сформированности компонентов, обоснован дидактический потенциал использования иммерсивных технологий в обучении геометрии, а также разработана модель геометрической подготовки.

Во второй главе представлено описание компонентов методики обучения геометрии студентов среднего профессионального учреждений. Охарактеризованы цели и требования к содержанию обучения геометрии, методам и средствам обучения. Представлены авторские задачи профессионального контекста и мобильное приложение. Описан педагогический эксперимент.

В заключении приведены основные результаты и выводы по данной работе.

## **Глава 1. Теоретические основы применения иммерсивных технологий в образовании**

Современный этап развития общества характеризуется стремительным внедрением цифровых технологий во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и в образование. Одним из перспективных направлений в этой области является использование иммерсивных технологий при реализации программ обучения нынешнего образования. Несмотря на то, что многие ассоциируют иммерсивные технологии лишь с развлекательной сферами, они находят широкое применение также и в других областях.

В первой главе данной работы мы рассмотрим теоретические основы применения иммерсивных технологий в образовании. В частности, будет раскрыто содержание понятия «иммерсивные технологии обучения», определены их преимущества в процессе обучения математике по сравнению с иными современными технологиями обучения, а также обозначены вызовы и перспективы их использования в современных условиях.

Особое внимание будет уделено дидактическому потенциалу иммерсивных технологий при осуществлении геометрической подготовки студентов. Будет рассмотрена важность и необходимость геометрической подготовки студентов, обучающихся в учреждениях среднего профессионального образования, в свете современных образовательных технологий. Раскроем содержание понятия «геометрическая подготовка», выявим опыт использования иммерсивных технологий при обучении геометрии, а также выделим преимущества внедрения иммерсивных технологий в контексте нашего исследования.

*1.1. Иммерсивные технологии в современном процессе обучения математике: роль, преимущества, возможности и сущность*

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, образовательный процесс также не может оставаться без изменений. Одним из новых и востребованных направлений в образовании стали иммерсивные технологии. В данном параграфе мы выявим и опишем содержание понятия «иммерсивные технологии обучения», их преимущества в процессе обучения математике перед иными современными технологиями обучения, а также обозначим вызовы и перспективы их использования в современных условиях.

Сегодня образование в целом претерпевает значительные изменения, связанные с развитием технологий и трансформацией общества. Одним из перспективных направлений в этой области является использование иммерсивного обучения при реализации программ обучения в рамках формального, неформального и информального обучения. Многие думают, что иммерсивные технологии находят свое применение только в сферах игр и развлечений, на самом деле они широко применяются в медицине, инженерии, маркетинге и еще во многих других сферах общественной жизни. Не является исключением и сфера образования [25].

Термин «иммерсивный» имеет английскую этимологию и в англоязычных словарях трактуется как «обеспечивающий, вовлекающий или характеризующийся глубоким поглощением или погружением во что-либо (например, в деятельность, в реальную или искусственную среду)» [60]. Изначально термин использовался в футуристическом (для просмотра фантастики), начиная с 1950 гг. техническом ключе, но в результате процессов интеграции и технологизации процесса обучения нашел свое применения в образовании.

Теоретический анализ исследований показал, что в контексте педагогической науки иммерсивные технологии трактуются условно с двух позиций.

В большинстве случаев в широком понимании исследуемое понятие представляет собой совокупность специальных методов обучения, которые обеспечивают погружение человека в виртуальный мир различными способами. При этом пользователь получает возможность приобретения новых знаний и опыта в самых разнообразных областях. Так, Д. Давыдова и др. подчеркивают, что иммерсивные технологии обучения в отечественной педагогике чаще понимают как «метод обучения, в котором в погружении делается акцент на внушение» и при этом включают «... элементы релаксации, внушения и игры» [47]. А.А. Муравьева и О.Н. Олейникова проецируя иммерсивные технологии на процесс обучения понимают их как метод обучения с использованием искусственной или смоделированной среды для глубокого погружения в процесс обучения и визуализации и применением цифровых форм для освоения требуемых умений. При этом авторы отмечают исключительную роль иммерсивных технологий как «средства интенсификации студенто-центрированной парадигмы» [47].

М.Э. Махмудов и др. выявляя особенности иммерсивного обучения предлагают трактовать их не просто как метод обучения, а воспринимать его в качестве подхода «к преподаванию и обучению, который объединяет технологии с традиционными методами обучения, обеспечивая более реалистичную и стимулирующую среду для роста» при этом авторы отмечают уникальность с приобретаемого субъектного опыта обучающихся [44]. Последнее для нас становится аргументом в пользу признания эффективности их использования в процессе обучения математике, так как субъектный опыт - это одно из условий успешного обучения математике в логике личностного и деятельностных подходов обучения [64].

Нами выявлено, что иммерсивный подход в полном его проявлении наиболее распространен в профессиональном образовании, менее в школьном. Рассматривая его возможности в профессиональном

образовании Н.Ю. Корнеева и Н.В. Уварина расширяют традиционное содержание данного термина как метода обучения и трактуют его как «комплекс приемов и способов организации продуктивного взаимодействия участников образовательного процесса в условиях виртуальной обучающей среды, обеспечивающей интерактивность обучения за счет сенсорного мультивекторного воздействия на обучающихся с целью всестороннего практико ориентированного профессионального развития» [35].. При авторы справедливо отмечают, что необходимо произвести определение сопряженной данной категории с категорией «иммерсивная обучающая среда» для их различия и последующего избегания синонимизации. Под иммерсивной обучающей средой вслед за Г.С. Котовым учение понимают «конструкт, отличающийся системным характером и свойством самоорганизации, реализуемый как динамический процесс воздействия на обучающегося с привлечением разнообразных элементов моделируемого ... окружения» [36].

В меньшинстве находятся исследователи, понимающие иммерсивные технологии как совокупность специального оборудования и программного обеспечения. Данная точка зрения представлена в работах А.И. Азевич, который понимает иммерсивные технологии обучения как «совокупность программно-технических средств, способствующих погружению обучающегося в искусственно созданную среду — виртуальную реальность» [4].

Проведенный анализ теоретических источников позволяет сделать ряд существенных замечаний. Итак, иммерсивные технологии:

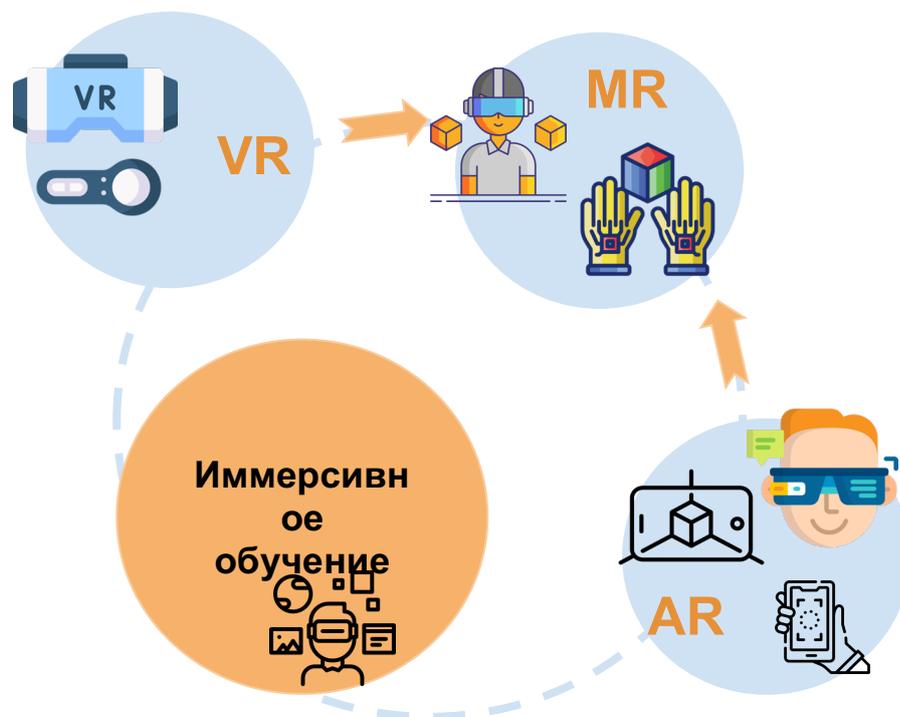
- 1) педагогического сообщество склонно считать методом обучения;
- 2) представляют собой набор инструментов и методик, направленных на погружение человека в специально воссозданное

окружающее пространство для его изучения с использованием всех его органов чувств. Такой подход позволяет создать искусственное виртуальное окружение, способное эффективно воздействовать на разум и чувства человека [75];

3) является способом восприятия (посредством эффекта погружения в искусственно созданную среду), требующего разработки методов такого погружения, а значит наличия специальных программных средств и оборудования.

В соответствии со сказанным, считаем, что точка зрения Н.Ю. Корнеева и Н.В. Уварина является наиболее полной в понимании категории «иммерсивные технологии обучения». Данное определение положено в основу нашего исследования

Иммерсивные технологии, как показали мы выше, предполагают погружение человека в отдельные, искусственно созданные условия, используя различные технические средства. В настоящий момент разработано несколько уровней (концепций) иммерсивных технологий. Наиболее распространенная и цитируемая в исследованиях , является совокупность технологий, включающая технологии виртуальной реальности (VR), дополненной реальности (AR) и смешанной реальности (MR) [33, 44, 35, 36] (рис. 1).



*Рисунок 1. Технологии иммерсивного обучения*

В научных публикациях представлен опыт и результаты использования исследуемых технологий в обучении. В частности показано, что программы с использованием иммерсивных технологий могут быть на 70% эффективнее, чем традиционное и электронное обучение [81]. Изучению подлежали многие аспекты и факторы эффективности применения иммерсивных технологий обучения в профессиональном и школьном обучении.

Так, в работе В.В.Селиванова и Л.Н.Селивановой показано существенное влияние обучающей виртуальной среды на мышление, познавательные процессы и креативность обучаемого [59].

В 2015 г. в Петрозаводском государственном университете было осуществлено исследование степени успешности усвоения материала респондентами двух возрастных категорий (юноши и взрослые) в рамках обучения геометрии и биологии предъявляемого посредством традиционных и VR-методов. Результаты исследования показали, что

плохо успевающие ученики давали на 40 - 50% больше правильных ответов после изучения темы с помощью виртуальной реальности, а отличники демонстрировали 100% результаты.

Иммерсивность в обучении геометрии студентов учреждений среднего профессионального образования важна по нескольким причинам. Использование потенциала иммерсивных технологий в обучении дает ряд возможностей.

Во-первых, она позволяет создать реалистичную симуляцию геометрических объектов и процессов. Студенты могут не только теоретически изучать свойства геометрических фигур, но и практически взаимодействовать с их виртуальными моделями, что значительно повышает эффективность обучения. Например, с помощью иммерсивных технологий студенты могут исследовать трехмерные геометрические объекты, изучать их свойства и взаимосвязи [11]. При этом, в исследованиях показано, что средствами иммерсивных технологий (дополненной и виртуальной реальности) облегчается восприятие абстрактных геометрических понятий и тем, повышается степень запоминания теоретических знаний при этом уровень удержания при обучении в целом в виртуальной реальности достигает 75% по сравнению с 5-10% для других методов обучения [79].

Во-вторых, иммерсивные технологии делают процесс обучения геометрии более увлекательным и интерактивным, запоминающимся. Вместо скучных лекций и учебников обучающиеся могут погрузиться в захватывающий цифровой мир, где геометрические концепции представлены в наглядной и интерактивной форме. Это повышает мотивацию и вовлеченность студентов, что в конечном итоге приводит к лучшему усвоению геометрического материала. Например, студенты могут участвовать в виртуальных геометрических играх и квестах, решать

интерактивные задачи и головоломки [14], создавать математические музеи и посещать их.

Наконец, иммерсивные технологии открывают новые возможности для персонализированного обучения геометрии студентов учреждений среднего профессионального образования. Благодаря использованию иммерсивных технологий, студенты могут погрузиться в интерактивную образовательную среду, адаптированную под их индивидуальные потребности и особенности восприятия геометрической информации (скорость восприятия, стиль получения информации и т.п.). Например, студенты с разным уровнем подготовки могут получать персонализированные задания и обратную связь, что позволяет им эффективно развивать свои геометрические навыки и знания.

Согласимся с А.И. Соснило и Н.Н. Резвановым: иммерсивные обучающие средства отличаются от стандартных, прежде всего, тем, что в традиционной педагогической парадигме усвоение нового знания происходит посредством информирования и убеждения, тогда как иммерсивность предполагает обучение посредством информирования и внушения [60].

Среди инструментов иммерсивного обучения можно выделить виртуальную, смешанную, дополненную реальность, интерактивные симуляторы и тренажеры. Эти технологии позволяют создавать реалистичные виртуальные среды, в которых обучающиеся могут взаимодействовать с объектами и друг с другом в режиме реального времени.

Конечно, внедрение иммерсивных технологий в образование сопряжено с определенными вызовами, такими как высокая стоимость оборудования и разработки контента, необходимость переподготовки преподавателей и адаптации учебных программ. Однако, учитывая

огромный потенциал этих технологий, инвестиции в их развитие и внедрение являются оправданными и необходимыми.

Одним из наиболее популярных и эффективных погружений является виртуальная реальность (VR - Virtual Reality). С ее помощью можно полностью заменить реальный мир виртуальными объектами, т.е. погрузить человека в некое цифровое пространство. Создаваемые впечатления воздействуют на человеческий мозг и позволяют достичь максимально реалистичных ощущений. Сегодня благодаря виртуальной реальности возможно посетить музей или прогуляться по городу любой страны, предстать в роли машиниста поезда или пилота самолета, посетить тренировку с персональным тренером и многое другое. Все это можно реализовать не выходя из дома, благодаря VR-технологии [53].

Виртуальная реальность находит применение в образовательном процессе различных направлений подготовки специалистов различного профиля посредством создания и реализации: виртуальных экскурсий и путешествий, обучения медицинским навыкам, изучение иностранных языков, развитие творческих навыков, дистанционное обучение, отработка действий в экстренных ситуациях и многое другое.

Однако, как и любая другая технология, виртуальная реальность имеет свои недостатки. Например, длительное пребывание в виртуальном мире может вызывать у человека дезориентацию и дискомфорт. Также не все люди могут переносить VR безопасно, поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности при ее использовании. Отметим, что для реализации технологии нужны специальные гаджеты: очки или шлемы виртуальной реальности, контроллеры, джойстики и др [53].

В целом, виртуальная реальность является уникальной технологией, которая может принести много пользы, особенно в процесс обучения. Она позволяет расширить границы нашего опыта и увидеть мир с новой

стороны. Однако, важно помнить о ее потенциальных рисках и использовать технологию с умом.

Дополненная реальность (AR - Augmented Reality) - это иммерсивная технология, позволяющая внедрять в реальный мир виртуальные объекты в настоящее время. Благодаря дополненной реальности можно с легкостью подобрать мебель, соответствующую интерьеру, оживить давно утраченные экспонаты, или же украсить видео-разговор красочными масками [40].

Что касается образования: сегодня, электронные доски вытесняют меловые и маркерные. Печатные книги заменяют на яркие дисплеи новейших гаджетов. С помощью AR можно «оживить» объект, оценить его свойства, рассмотреть 3D модель. AR-учебники переносят в прошлое, в одно касание оживает микромир, изучать языки становится проще с помощью анимированного помощника, находящегося прямо в твоей комнате [29].

Внедрение технологии дополненной реальности способствует решению ряда дидактических задач. Наложение на учебный контент различных цифровых объектов: аудио, видео, трехмерных моделей, интерактивных ссылок, все это помогает обучающимся расширить представление об учебном материале. Задача актуализации приобретенных знаний является неотъемлемой частью образовательного процесса. Здесь, благодаря AR технологии к иллюстрациям учебника возможно внедрение любого компьютерного материала. Это будет общедоступно, ведь учебник есть у каждого школьника и дополнительного тиражирования раздаточных меток можно избежать. Немало важной задачей является не только обучение школьников работе с технологией, но и привлечение к созданию собственных проектов с AR. Здесь обучающимся предоставляется возможность проявить свои творческие

способности, креативность в создание мини-квестов, быстрых опросов и даже ментальных схем с привязкой к геолокации.

Применение дополненной реальности в учебном процессе является эффективным методом, позволяющим замотивировать обучающихся, расширить их представление о цифровых технологиях, наиболее полно и красочно представить учебный материал, а также способствовать к самостоятельному разрабатыванию проектов с использованием современных технологий.

В свою очередь, использование дополненной реальности позволяет учителю решить ряд дидактических задач, при этом не требуя от преподавателя дополнительного оборудования для реализации AR – элементов в учебном процессе. Технология общедоступна и требует лишь наличие смартфона или планшета. Единожды разработанный учебный элемент возможно многократно применять в работе.

Смешанная реальность (MR - Mixed Reality) - это технология, которая сочетает в себе элементы виртуальной и дополненной реальности для создания гибридного пространства. Главное отличие смешанной реальности от дополненной заключается в том, что виртуальные объекты способны взаимодействовать с физическим миром, а не только существовать параллельно ему. Здесь ярким примером является мгновенный перевод текста, при наведение камеры на нужный объект. В основном же, MR используют для обучения с работой сложных элементов, представленной в виде голограммы [10].

В своей статье В.А. Николаев и А.А. Николаев утверждают, что смешанная реальность интегрируется в образовательные процессы более эффективно по сравнению с другими технологиями, опираясь на международный опыт в подготовке начинающих хирургов [49].

Также, одним из ярких примеров использования MR-технологий в обучении является HoloMusic XR. Эта платформа помогает осваивать игру на фортепиано в интерактивном и игровом формате, что значительно упрощает процесс обучения по сравнению с традиционными нотными записями на бумаге [63].

Для реализации технологии смешанной реальности используется дорогостоящее оборудование, которое позволяет управлять цифровыми объектами в действительном мире с помощью рук или зрения, т.е. без использования контроллеров или вспомогательных джойстиков, поэтому применение смешанной реальности в образовательном процессе встречается крайне редко.

На основе вышесказанного, составим сравнительную таблицу иммерсивных технологий по следующим критериям (таблица 1):

1. Иммерсивность: насколько глубоко каждая технология погружает пользователя в виртуальное пространство;
2. Реалистичность: насколько точно и убедительно отображаются объекты и события в каждой технологии;
3. Контроль над окружающей средой: определяет, насколько легко пользователь может взаимодействовать с компьютерной средой в каждой технологии;
4. Инструменты: определяет благодаря каким инструментам происходит реализация технологии расширенной реальности;
5. Скорость и производительность: насколько быстро и эффективно работает каждая технология;
6. Стоимость: насколько дорога и доступна технология для широкого круга пользователей;
7. Приложения и возможности использования: насколько широко каждая технология может использоваться в различных приложениях и областях.

Таблица 1

## Сравнение составляющих расширенной реальности

	Виртуальная реальность (VR)	Дополненная реальность (AR)	Смешанная реальность (MR)
Иммерсивность	Высокая. Позволяет пользователям полностью погрузиться в виртуальную среду.	Средняя. Дает возможность пользователям видеть в реальном мире цифровые объекты.	Средняя. Позволяет пользователям видеть виртуальный мир в реальной среде.
Реалистичность	Высокая. Реалистичная графика, звуковые эффекты создают эффект реального мира.	Высокая. Способна отобразить реальные предметы в цифровом мире с помощью качественного медиаконтента.	Высокая. Отображает цифровые объекты в реальном мире и позволяет взаимодействовать с ними.
Контроль над окружающей средой	Высокий. Пользователи могут изменять окружающую среду, используя различные инструменты.	Средней. Действия с компьютерной средой ограничены.	Высокий. Пользователи обладают возможностью изменять визуальный контент.
Инструменты для реализации технологии	VR - шлемы, VR - очки, контроллеры, трекеры, датчики.	AR-очки, AR-шлем, смартфон, или проекционный видеомэппинг.	CAVE - система, тренажеры с индикаторами, шлемы и очки MR, а также компьютерные устройства.
Скорость и производительность	Высокая. Виртуальная реальность работает быстро.	Средняя. Дополненная реальность может работать медленно на некоторых устройствах.	Средняя. Смешанная реальность работает быстро не на всех устройствах.

Стоимость	Высокая. Виртуальная реальность достаточно дорога.	Низкая. Дополненная реальность относительно дешева и доступна.	Высокая. Смешанная реальность дорогая технология.
Приложения и возможности использования	Широкие. Виртуальная реальность может использоваться в туризме, искусстве, образовании и т.д.	Широкие. Дополненная реальность находит свое применение в образовании, маркетинге, дизайне и т.д.	Широкие. Смешанная реальность может использоваться в научных исследованиях, медицине, авиастроении и т.д.

Несмотря на все преимущества, которые предоставляют иммерсивные технологии в образовательной сфере, их внедрение сопровождается рядом серьезных вызовов. Прежде всего, это высокие затраты на оборудование и программное обеспечение, что может стать непреодолимым барьером для многих учебных заведений. Кроме того, требуется значительное время и усилия для обучения преподавателей и студентов новым методам и инструментам. Не стоит забывать и о технических проблемах, таких как несовместимость устройств или программных платформ, а также возможные сбои в работе систем. Безусловно, важным аспектом является и психологическая готовность участников образовательного процесса к восприятию новых технологий. В конечном итоге, успешное преодоление этих вызовов требует комплексного подхода, включающего как финансовую поддержку, так и организационные изменения внутри учебных учреждений.

Согласно результатам недавнего исследования, среднегодовой темп роста иммерсивных технологий ожидается на уровне 24% в период с 2024 по 2033 годы [45]. Это свидетельствует о неизбежности активного внедрения иммерсивных технологий в различные сектора экономики и

общественной жизни, что, в свою очередь, подчеркивает необходимость подготовки специалистов к работе с этими инновациями.

Иммерсивные технологии, включающие виртуальную, дополненную, а также смешанную реальность, уже начинают оказывать значительное влияние на образование, медицину, промышленность и другие области. Их потенциал для улучшения учебного процесса, повышения эффективности производства и улучшения качества медицинских услуг не вызывает сомнений. Однако успешное интегрирование этих технологий требует не только технической подготовки, но и адаптации методик обучения и работы.

Несмотря на существующие вызовы, такие как нехватка квалифицированных кадров и необходимость значительных инвестиций в инфраструктуру, исследования показывают высокий уровень заинтересованности среди педагогов. Согласно данным опросов, 54% преподавателей выражают готовность и желание внедрять иммерсивные технологии в учебный процесс [77].

Более подробное исследование было проведено в период с октября 2020 по май 2021 года Центром НТИ VR/AR Дальневосточного федерального университета, использование технологий виртуальной и дополненной реальности в школьном образовании показало ряд важных особенностей [70].

В ходе программы апробации, в которой приняли участие более 1000 школ из 51 региона России, было протестировано 23 образовательных программных продукта, основанных на VR и AR-технологиях. Анализ 445 форм обратной связи от педагогов-участников выявил следующие ключевые ожидания педагогического сообщества от таких образовательных решений:

1. 100% опрошенных педагогов ожидают, что иммерсивные технологии будут органично интегрированы в учебный процесс и не будут противоречить действующим образовательным стандартам

2. 33% педагогов хотят, чтобы VR/AR-приложения были интуитивно понятны и не требовали привлечения технических специалистов для настройки.

3. 32% учителей рассчитывают, что применение иммерсивных технологий позволит добиться результатов, недостижимых при использовании традиционных методов обучения.

4. 46% педагогов ожидают, что VR/AR-продукты будут способствовать повышению мотивации и активности обучающихся в образовательном процессе.

5. в 19% ответов учителя готовы переложить на программные решения рутинные задачи, сосредоточившись на содержательной работе.

6. 32% педагогов одновременно хотят сохранить за собой роль проектировщика образовательной среды и организатора рефлексии учебного опыта обучающихся.

Таким образом, результаты исследования показывают, что педагогическое сообщество в целом позитивно воспринимает перспективы использования VR и AR в образовании, но предъявляет к таким решениям ряд важных требований. Ключевыми из них являются простота использования, интеграция в действующие образовательные программы, обеспечение новых образовательных результатов и высокой вовлеченности обучающихся. Разработчикам предстоит учесть эти ожидания при создании конкурентоспособных образовательных продуктов на основе иммерсивных технологий.

Резюмируя, можно отметить, что для успешного перехода к широкому использованию иммерсивных технологий необходимо не только развитие технических решений, но и создание соответствующих

образовательных программ, направленных на подготовку специалистов нового поколения, наличие мотивации у педагогов. Важно также учитывать социальные и этические аспекты внедрения этих технологий, чтобы обеспечить их безопасное и эффективное использование в различных сферах деятельности.

### *1.2. Дидактический потенциал иммерсивных технологий при осуществлении геометрической подготовки студентов*

В данном параграфе рассмотрим важность и необходимость геометрической подготовки студентов - обучающихся в учреждениях среднего профессионального образования в свете современных образовательных технологий, таких как иммерсивные среды. Раскроем содержание понятия «геометрическая подготовка». Выявим опыт использования иммерсивных технологий при обучении геометрии. Также выделим преимущества внедрения иммерсивных технологий в контексте нашего исследования.

Важнейшую роль в процессе развития обучающихся играет математическое образование, поскольку методы обучения математике оказывают наибольшее влияние на ключевые аспекты целостной личности, особенно как отмечал В.А. Гусев, на развитие мышления [51]. Геометрическая подготовка играет особую роль в образовании студентов среднего профессионального образования, особенно это свойственно для учреждений технической направленности. Расчеты, проектирование, составление чертежей и решение практических задач часто требуют знания геометрии. Поэтому важно обеспечить глубокое и качественное изучение этой дисциплины.

В.И. Рыжик подчеркивает важность геометрической подготовки будущих специалистов. Он отмечает, что падение статуса геометрического образования является тревожным сигналом, ведь именно геометрия

служит тем «тайным оружием», благодаря которому наши специалисты высоко ценятся на международной арене. По его мнению, именно в геометрии можно объединить все ключевые математические знания, которые мы стремимся передать обучающимся, что делает её невероятно богатой по содержанию и значимой для профессионального роста [56].

При реализации образовательных программ среднего общего образования в рамках среднего профессионального образования изучение геометрии имеет свои особенности. К ним относятся:

1) целенаправленность обучения геометрии (связана с получением студентами фундаментальной математической подготовки в соответствии с программой, овладением навыками математического моделирования в области будущей профессиональной деятельности; достижением образовательных результатов согласно ФГОС);

2) профессиональная ориентация (означает, что при формировании тематического плана и содержания учебного предмета в структуре рабочей программы необходимо реализовывать принцип профессиональной направленности: включение профессионально-ориентированного содержания в конкретные разделы и темы при изучении геометрии);

3) изначально низкий стартовый уровень геометрической подготовки и мотивации к изучению геометрии (подтверждается результатами Всероссийской проверочной работы (ВПР), проведенной в начале первого курса, согласно данным по России в 2023 году, лишь 15,02% студентов СПО справились с решением заданий, направленных на работу с геометрическими фигурами, координатами и векторами).

4) использование информационных технологий (важным аспектом является соответствие требованиям ФГОС СПО к результатам освоения образовательной программы, согласно которым выпускники должны обладать ключевыми компетенциями, включая использование

информационных технологий в профессиональной деятельности (ОК 09), интеграция информационных технологий в процесс изучения геометрии не только соответствует современным образовательным стандартам, но и обеспечивает выпускников необходимыми навыками для успешной карьеры в выбранной профессиональной области).

Исследование научной литературы выявило целый спектр авторских точек зрения на определение термина «геометрическая подготовка». Мы обнаружили, что существует значительное разнообразие мнений не только относительно содержания этой категории, но и касательно терминологии, используемой для ее описания. Следовательно, ключевым шагом в разработке и внедрении программ, направленных на геометрическую подготовку для студентов средних профессиональных учреждений является четкое понимание сущности данного феномена. В таблице 2 приведены результаты анализа различных авторских интерпретаций этого понятия.

Таблица 2

*Различная трактовка термина геометрическая подготовка*

Источник	Определение понятия
С.В. Кириллова [34]	<i>Геометрическая подготовка учащихся</i> - совокупность умений и навыков измерения, построения, изображения, геометрического моделирования и конструирования, обращения с различными геометрическими инструментами.
Р.М. Сидорук [62]	<i>Геометрическая подготовка</i> — это процесс создания и анализа геометрических моделей изделий, их оптимизации, расчетов и тестирования, который должен быть автоматизирован и интегрирован в общую информационную модель проекта для быстрого и эффективного принятия решений на всех этапах жизненного цикла изделия.
Л.С. Соколова [5]	<i>Геометрическая подготовка</i> — это комплекс знаний, умений и навыков, необходимых для работы с геометрическими объектами и их изображениями, а также для решения задач, связанных с пространственными отношениями и

	конструкциями. Она является важной составляющей технического образования и используется в различных областях науки и техники.
М.Н. Шевченко [72]	<i>Геометрическая подготовка</i> — это обучение учащихся основам геометрии и графики, которые являются важными компонентами образования и необходимы для успешной профессиональной деятельности в различных областях науки и техники.
Т. И. Уткина А.А. Уткин [68]	<i>Геометрическая подготовка</i> — это комплексная система формирования у обучающихся глубоких знаний в области геометрии, а также развития их профессиональных компетенций и навыков, необходимых для успешной педагогической деятельности. Она включает в себя изучение различных разделов геометрии, аналитическую геометрию, теорию множеств и логику, геометрию в пространстве, дифференциальную геометрию, топологию и др.

Проанализировав представленные определения термина «геометрическая подготовка», можно сделать следующие выводы:

1) геометрическая подготовка рассматривается авторами как комплексное понятие, включающее в себя различные аспекты работы с геометрическими объектами и их изображениями. Это и овладение практическими навыками измерения, построения, конструирования, и развитие пространственного мышления, и изучение теоретических основ геометрии.

2) авторы сходятся во мнении того, что геометрическая подготовка является важной составляющей технического и инженерного образования, необходимой для успешной профессиональной деятельности в различных областях науки и техники. Она интегрирована в общую информационную модель проектирования и производства. Некоторые определения акцентируют внимание на прикладном характере геометрической подготовки, ее ориентации на решение практических задач, связанных с пространственными отношениями и конструкциями. Другие делают упор

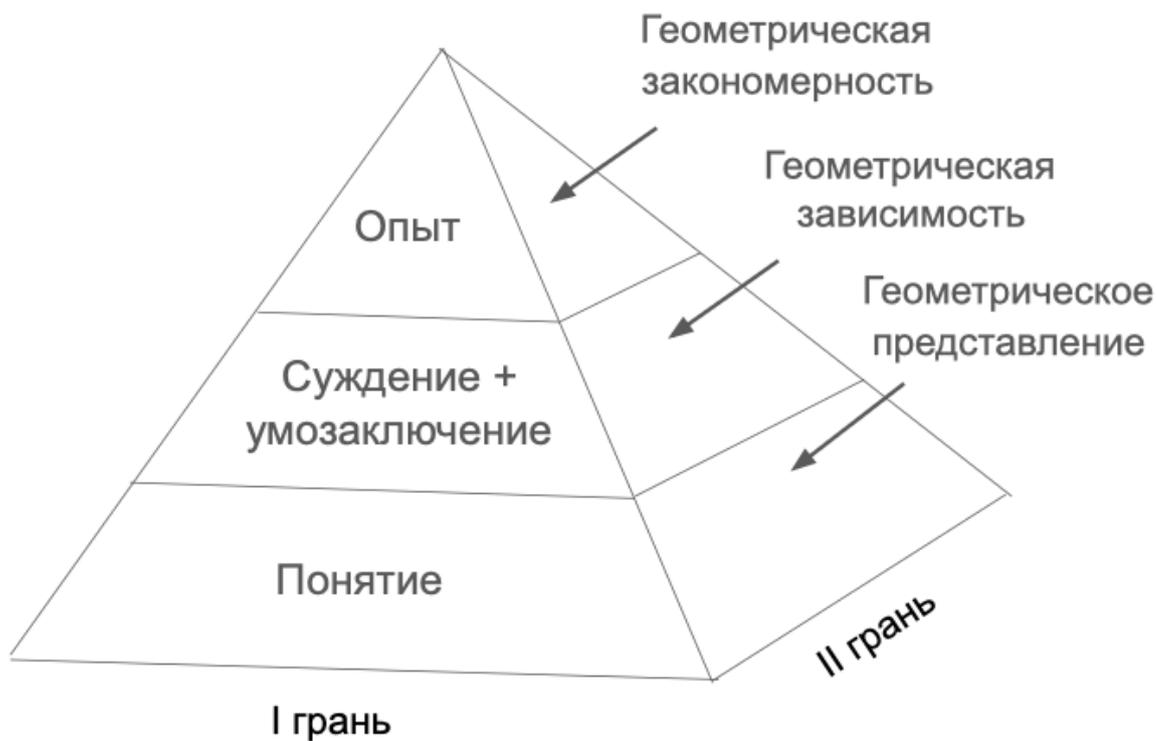
на теоретическую базу, включающую изучение различных разделов геометрии.

3) ряд авторов рассматривают геометрическую подготовку в контексте педагогической деятельности, как комплекс знаний, умений и навыков, необходимых для успешного обучения геометрии и графике [65, 72].

В целом, геометрическая подготовка предстает как многогранное понятие, отражающее важность овладения геометрическими знаниями и навыками для современного специалиста. Она охватывает как теоретические, так и практические аспекты работы с геометрическими объектами, интегрируясь в общую систему профессиональной подготовки. В нашем исследовании под геометрической подготовкой студентов - обучающихся СПО мы понимаем комплекс мероприятий, направленных на формирование у студентов устойчивых знаний, умений и навыков в области геометрии. Этот комплекс включает в себя как теоретические аспекты, такие как изучение основных геометрических понятий, теорем и методов доказательства, так и практические - применение геометрических методов в решении профессионально ориентированных, прикладных задач, моделирование и визуализация геометрических объектов с использованием современных программных средств. В общем, геометрическая подготовка студентов учреждений среднего профессионального образования представляет собой систематическое и целенаправленное обучение геометрии, которое способствует профессиональному росту обучающихся и готовности к решению сложных задач в их будущей профессиональной деятельности на основе геометрических знаний и умений.

Для продолжения исследования необходимо определить структуру рассматриваемой категории. Для этого мы применили метод моделирования и графически представили структуру геометрической

подготовки в виде пирамиды с тремя видимыми (боковыми) гранями, каждая из которых разбита на три сегмента (рис. 2). Основанием для ее проектирования послужила структура мышления. Каждой грани присвоена направленность: первая грань (передняя) соответствует структуре познания, осуществляемая в ходе освоения геометрии, вторая грань - отвечает за содержание математической деятельности, третья грань непосредственно связана с методами и инструментами, используемыми в процессе геометрической подготовки. Таким образом, представленная пирамида иллюстрирует ступенчатый подход к процессу развития геометрической подготовки студентов.



*Рисунок 2. Структура геометрической подготовки студентов СПО (две грани)*

Схема иллюстрирует пирамиду восприятия, которая отражает различные уровни понимания и усвоения геометрической информации обучающимися.

Первая грань. Суть геометрической подготовки состоит в усвоении системы геометрических фактов: понятий, аксиом, теорем. Далее, происходит приобретение опыта и выявление закономерностей. Важнейшей задачей является развитие у студентов глубокого понимания геометрических понятий и их взаимосвязей, поэтому фундаментом будут служить именно знание системы геометрических понятий.

В основании пирамиды находится «Понятие» – базовый уровень, связанный с осознанием и определением ключевых геометрических терминов и концепций. В контексте геометрической подготовки студентов этот уровень предполагает усвоение понятий основных геометрических фигур и их понятий, а также свойств и характеристик.

Следующий уровень – «Суждение и умозаключение», подразумевающий способность анализировать информацию, делать логические выводы и заключения на основе имеющихся данных. Студенты учатся рассуждать о геометрических объектах, их взаимосвязях, формулировать и выбирать теоремы и аксиомы для решения задач.

Вершину первой грани занимает уровень «Опыт». Опыт является высшим уровнем восприятия геометрических знаний, поскольку он объединяет в себе понятия, суждения и умозаключения, применяя их на практике. Через опыт обучающийся не только понимает геометрические концепции, но и учится использовать их в реальных ситуациях, решать задачи и создавать новое.

Понятия и суждения с умозаключениями формируют теоретическую базу геометрических знаний. Они позволяют определить основные геометрические объекты, их свойства и взаимосвязи. Однако без практического применения эти знания остаются абстрактными и оторванными от реальности. Опыт же дает возможность проверить теоретические знания на практике, убедиться в их истинности и полезности. Опыт развивает пространственное мышление, творческие

способности и интуицию. Более того, опыт позволяет не только применять существующие знания, но и генерировать новые идеи. Экспериментируя и исследуя, обучающиеся могут совершать открытия, расширять границы геометрии и находить нестандартные решения задач.

Понятие формируется на основе геометрических представлений. Дальнейшее установление связей позволяют создавать геометрические зависимости и затем закономерности. Это послужило основанием для выявления второй грани, отвечающей за содержание математической деятельности. Соответственно, рассматривая вторую грань, на первом уровне идет «Представление» – визуализация и мысленное оперирование геометрическими образами. Представление является мысленным образом или визуализацией этого понятия. Развитие пространственного мышления позволяет студентам лучше понимать геометрические конструкции, мысленно манипулировать ими и прогнозировать результаты преобразований.

В геометрии суждение и умозаключение основаны на зависимостях между элементами фигур, поэтому центр второй грани отводится понятию «Зависимость» – понимание причинно-следственных связей, умение выстраивать логические цепочки и видеть закономерности в геометрических построениях. Это важный навык для проведения доказательств и решения сложных геометрических проблем.

Опыт в изучении геометрии приобретает через практическую деятельность, наблюдение и решение задач. На основе опыта обучающиеся выявляют закономерности – устойчивые связи и отношения между геометрическими объектами и их свойствами. Достижение этого уровня свидетельствует о глубоком понимании предмета и способности к обобщению и абстрагированию.

Таким образом, данная пирамида восприятия отражает последовательные этапы развития геометрического мышления студентов –

от базовых понятий до высокого уровня абстракции. Учет этих уровней позволяет эффективно выстраивать процесс геометрической подготовки, обеспечивая прочный фундамент знаний и постепенное развитие навыков мышления.

Простейшие знания геометрических фактов формируются в процессе решения традиционных геометрических заданий. Выполнение задания позволяет формировать представления о геометрических зависимостях. Соответственно, в процессе решения стереометрических задач происходит формирование геометрических представлений. Перечисленное составляет третью грань - методы и инструменты.

Несмотря на актуальность геометрической подготовки для профессионального становления специалистов, в реальной образовательной практике возникают определенные трудности в достижении необходимого уровня геометрических знаний и навыков у обучающихся. Одной из ключевых проблем в этом контексте является недостаточная базовая подготовка студентов, поступающих в учреждения среднего профессионального образования. Этот вопрос требует глубокого анализа и поиска эффективных путей решения, поскольку пробелы в геометрической подготовке на начальном этапе обучения могут существенно затруднить дальнейшее профессиональное развитие специалистов.

В последние годы наблюдается тревожная тенденция увеличения доли студентов, поступающих в учреждения среднего профессионального образования с недостаточным уровнем математической подготовки в целом. Эта проблема становится все более актуальной и требует пристального внимания со стороны образовательного сообщества.

Результаты Всероссийских контрольных работ (ВКР) СПО Красноярского края, проведенных в 2023 году для обучающихся первого курса, подтверждают эту тенденцию. Согласно полученным данным, 73%

первокурсников смогли справиться с элементарными геометрическими заданиями, демонстрируя базовый уровень знаний в этой области. Однако, когда дело дошло до более сложных геометрических задач, лишь 23,65% обучающихся показали удовлетворительные результаты.

Эти цифры свидетельствуют о поверхностном усвоении геометрических концепций среди значительной части студентов первого курса. Такая ситуация вызывает обоснованную тревогу, поскольку прочные знания в области геометрии являются фундаментальными для многих профессий и специальностей, связанных с техническими и инженерными направлениями.

Причины этой проблемы могут быть разнообразными, включая недостатки в школьном образовании, отсутствие мотивации у студентов и многие другие. Однако, независимо от причин, эта ситуация требует комплексного подхода и совместных усилий со стороны педагогов, администрации учебных заведений и органов управления образованием

Как уже рассматривалось ранее иммерсивные технологии открывают новые горизонты в сфере геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования. В отличие от традиционных методов обучения, иммерсивные технологии позволяют студентам погрузиться в интерактивную среду, где благодаря им можно визуализировать и взаимодействовать с геометрическими объектами в трехмерном пространстве.

Для более наглядного сравнения традиционного обучения и обучения с использованием иммерсивных технологий, рассмотрим следующую.

*Таблица 3*

*Сравнение традиционных методов обучения и методов с использованием иммерсивных технологий*

<b>Особенности</b>	<b>Традиционные методы обучения</b>	<b>Иммерсивные технологии</b>
<i>Наглядность</i>	Ограниченная двумерными моделями и чертежами	Трехмерное представление объектов
<i>Вовлеченность</i>	Зависит от личной мотивации	Высокая за счет погружения в виртуальную среду
<i>Интерактивность</i>	Пассивное восприятие информации	Активное взаимодействие с моделями
<i>Технологии и оборудование</i>	Общедоступны	Требуется специализированное оборудование, такое как VR/AR-очки, компьютерные системы для создания и отображения контента, контроллеры
<i>Доступность</i>	Ограничена аудиторными занятиями	Возможность удаленного доступа и самостоятельной работы

Как видно из таблицы, иммерсивные технологии предоставляют ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами обучения в контексте геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования. Благодаря их использованию, процесс обучения трансформируется, становясь более увлекательным, эффективным и адаптированным к современным реалиям. Преимущества использования виртуальной, дополненной и смешанной реальности мы представили на рис. 3.



*Рисунок 3. Преимущества использования иммерсивных технологий в геометрической подготовке студентов*

Подтвердим эффективность иммерсивного обучения примерами зарубежных и отечественных исследователей.

Исследование, проведенное в Дальневосточном федеральном университете (ДФУ), продемонстрировало значительные преимущества использования технологии дополненной реальности в обучении геометрии. Эксперимент, в котором приняли участие 40 студентов первого курса педагогического бакалавриата гуманитарного профиля, показал, что применение трехмерной AR-визуализации приводит к более высокому приросту результатов решения геометрических задач по сравнению с традиционными методами обучения [19].

Уникальность данного исследования заключается в том, что оно не только оценивает эффективность AR в улучшении навыков решения геометрических задач, но и анализирует влияние этой технологии на когнитивную нагрузку обучающихся. С помощью модифицированного опросника когнитивной нагрузки CSL Леппинга исследователи выявили,

что AR-вмешательство позволяет снизить постороннюю когнитивную нагрузку и увеличить релевантную, тем самым оптимизируя процесс обучения. Полученные результаты открывают новые перспективы для внедрения AR-технологий в образовательный процесс. Дополненная реальность не только делает обучение более наглядным и интерактивным, но и помогает студентам лучше усваивать сложный материал, снижая при этом когнитивную перегрузку. Это особенно актуально для таких дисциплин, как геометрия, где пространственное мышление и визуализация играют ключевую роль.

Данное исследование вносит значимый вклад в развитие инновационных методов обучения и подчеркивает необходимость дальнейшего изучения потенциала AR в образовании.

В ходе исследования, проведенного в Индонезии с привлечением 70 волонтеров было выявлено, что использование модуля дополненной реальности оказало значительное положительное влияние на улучшение навыков решения проблем и пространственных навыков [24].

В классе, где использовался модуль AR, средний балл по итогам тестирования вырос на 22% по сравнению с результатами предварительного тестирования, также стоит отметить, что средний балл обучающихся по пространственным навыкам увеличился на 18% после проведения обучения.

Таким образом, результаты исследования показывают, что применение модуля с дополненной реальностью оказалось более эффективным для улучшения как навыков решения проблем, так и пространственных навыков учащихся по сравнению с традиционными методами обучения. Использование AR позволило повысить средние баллы учащихся на 9-10% больше, чем в контрольном классе.

Смешанная реальность - более новое направление среди иммерсивных технологий. Опыта ее внедрение в образовательный

процесс, особенно для обучения геометрии, пока не получило широкого распространения. Тем не менее, потенциал MR в образовательной сфере огромен, и она может предложить множество преимуществ.

В 2018 году в Китае было проведено исследование, в котором приняли участие 45 студентов-дизайнеров. В рамках этого исследования было разработано приложение для системы HoloLens, предназначенное для реализации гибридной технологии [83].

Экспериментальные результаты показали, что предлагаемая конструкция приложения значительно улучшает понимание студентами геометрических отношений и способствует развитию их творческих способностей. Кроме того, анализ среднего времени, затрачиваемого студентами на выполнение тестов, продемонстрировал, что итоговое тестирование выполнялось студентами быстрее, чем входной тест.

Эти данные свидетельствуют о том, что инструмент HoloLens является эффективным средством для изучения и освоения сложных аспектов дизайна продукта, особенно в контексте понимания геометрических отношений и повышения креативности студентов.

В будущем разработчиками планируется добавление новых функций в приложение дополненной реальности (MR), что позволит еще больше улучшить обучающие возможности и подготовку студентов в различных аспектах дизайна.

Виртуальная реальность представляет собой передовую технологию в современном мире, однако ее применение в обучении геометрии остается ограниченным.

В этой связи был разработан Центром НТИ ДВФУ совместно с компанией «Мастерская науки» экспериментальный курс по стереометрии для школьников 7-9 классов под названием VR Space.

Курс включает методические рекомендации по проведению занятий, где обучающиеся в виртуальной реальности знакомятся с основами

стереометрических построений на примерах реальных объектов. В состав курса входят: тренажер с серией практических задач, позволяющий изменять исходные параметры; методические материалы с подробным описанием текстовых задач; и дополнительный набор учебных материалов для школьников.

Тайваньские ученые представили результаты внедрения виртуальной реальности в обучение геометрии. Они разработали учебные материалы по темам: «Объем треугольной пирамиды =  $1/3$  объема призмы», «Расчет объема конуса» и «Определение центра тяжести треугольника» [82].

Анализ показал, что использование VR-приложений привело к улучшению результатов тестов у экспериментальной группы на 12% по сравнению с контрольной. Анкетирование также выявило, что мотивация школьников в экспериментальной группе была на 10% выше. Ученики отметили, что виртуальная реальность оказалась полезным инструментом в изучении математики.

Представленные исследования наглядно демонстрируют, что применение иммерсивных технологий в обучении геометрии обладает значительным потенциалом и способно существенно повысить эффективность образовательного процесса.

Изученные работы являются убедительным доказательством того, что внедрение иммерсивных технологий в образовательный процесс способно качественно трансформировать преподавание геометрии. Данные инновационные методы обучения позволяют сделать занятия более наглядными, интерактивными и увлекательными, что способствует лучшему усвоению сложного математического материала. Полученные результаты открывают широкие перспективы для дальнейшего развития и совершенствования иммерсивных образовательных решений. Их внедрение в педагогическую практику может стать ключевым фактором

повышения качества математического образования и подготовки высококвалифицированных специалистов, обладающих необходимыми пространственными и аналитическими навыками.

Геометрическая подготовка студентов среднего профессионального образования играет важную роль в их профессиональной деятельности. Недостаточное знание геометрии может ограничить студентов в применении своих навыков и негативно сказаться на качестве выполняемых ими задач. Поэтому важно обеспечить качественное и систематическое изучение геометрии, используя различные методы и подходы, описанные выше. Только таким образом можно гарантировать успешную подготовку студентов к профессиональной деятельности в области технических специальностей.

### *1.3. Методическая модель геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий*

Для формирования полного представления о поэтапном процессе геометрической подготовки студентов с использованием иммерсивных технологий, применяется метод моделирования, который является одним из методов научного познания.

Педагогическое моделирование предполагает создание формальной модели педагогического процесса или его элементов, отражающей основные идеи, методы, формы, средства, приемы и технологические решения, которые затем подлежат экспериментальному исследованию в реальных условиях педагогического процесса.

Согласно точке зрения А.Н. Дахина, модель можно определить как «искусственно созданный объект в виде схемы, физических конструкций,

знаковых форм или формул, который, будучи подобен изучаемому объекту или явлению, отображает и воспроизводит структуру, свойства, взаимосвязи и отношения между элементами этого объекта в более простом и обобщенном виде» [27]. Учитывая разнообразие педагогических моделей, в данном случае предпочтение отдается структурно-функциональной модели, основанной на сущностных связях и отношениях между компонентами моделируемого процесса.

При разработке модели геометрической подготовки студентов в рамках данного исследования учитываются общие требования к созданию моделей, предложенные А.М. Новиковым и Д.А. Новиковым. Эти требования включают в себя следующие аспекты:

1. ингерентность: модель должна быть совместима с образовательной средой, в которой она будет использоваться, в данном случае — с иммерсивной;

2. простота: необходимо выбирать ключевые компоненты моделируемого процесса, чтобы обеспечить удобство использования и понятность модели для других исследователей;

3. адекватность: модель должна быть полной, точной и истинной, чтобы обеспечить достижение поставленных целей.

Учитывая специфику геометрической подготовки студентов на уровне среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий в процессе обучения, к вышеперечисленным требованиям добавляются следующие принципы построения модели:

- последовательность: модель геометрической подготовки должна быть поэтапной, где каждый последующий этап логически продолжает предыдущий;

- нормативность: моделирование исследуемого процесса должно основываться на нормативных документах, которые регулируют процесс обучения, в данном случае на: требования Федерального

государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, Распоряжение Министерство Просвещения России от 18.05.2020 N P-44 «Об утверждении методических рекомендаций для внедрения в основные образовательные программы современных цифровых технологий», Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ и др.

Обозначим основные дидактические принципы геометрической подготовки студентов с использованием иммерсивных технологий.

*Принцип наглядности и конкретности* в контексте геометрической подготовки студентов, подкрепленный использованием иммерсивных технологий, существенно обогащает образовательный процесс, создавая убедительные визуальные и интерактивные модели, которые не только воплощают абстрактные геометрические концепции, но и делают их более доступными и понятными для студентов. Благодаря конкретным примерам и визуализациям, студенты могут более глубоко погружаться в обучающий материал, что способствует улучшению усвоения информации и укреплению научных знаний в области геометрии.

*Принцип активности и самостоятельности* отражает возможность деятельно взаимодействовать с материалом, экспериментировать и открывать новые закономерности самостоятельно. Использование иммерсивных технологий в этом процессе не только обогащает опыт обучения, но и стимулирует развитие критического мышления и способности к самостоятельному исследованию.

*Принцип систематичности и последовательности* играет ключевую роль в формировании знаний студентов в области геометрии. Структурированный и последовательный подход позволяет обучающимся постепенно углублять свои знания и навыки, строя базу для дальнейшего развития. Использование иммерсивных технологий в образовательном процессе создает целостную систему обучения, которая способствует

более эффективно усвоению материала и укреплению умений в области геометрии, соответствуя принципам научности и оригинальности в образовании.

*Принцип индивидуализации обучения* обусловлен возможностью адаптации процесса обучения благодаря иммерсивным технологиям под индивидуальные потребности каждого студента. Персонализированный подход способствует эффективному усвоению материала и развитию уникальных способностей каждого обучающегося.

Исходя из вышеупомянутых принципов и анализа работ таких авторов, как И.А. Зимняя, Л.В. Шкерина, В.А. Ясвин и других, а также учитывая специфику понятия «геометрическая подготовка» с учетом использования иммерсивных технологий и психолого-возрастных особенностей студентов среднего профессионального образования, мы выделяем следующие ключевые компоненты: целевой, теоретико-методологический, технологический и результативно-оценочный.

Процесс геометрической подготовки студентов учреждений среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий может быть охарактеризован следующим образом на каждом этапе:

*Целевой компонент* модели геометрической подготовки студентов СПО с использованием иммерсивных технологий включает в себя цель и вытекающие из нее элементы: задачи, принципы и подходы. Основная цель данной модели заключается в повышении качества и эффективности геометрической подготовки посредством развития пространственного мышления у студентов среднего профессионального образования за счет интеграции иммерсивных технологий в учебный процесс. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

*1. диагностировать текущий уровень геометрической подготовки студентов и анализ мотивации:* оценка начального уровня знаний и

умений в области геометрии среди студентов СПО; изучение целей и мотивации студентов в сфере изучения геометрии;

2. *актуализировать стремлений студентов к личностному развитию через использование иммерсивных технологий:* выявление потребностей студентов в формировании геометрической подготовки с применением современных технологий; подчеркивание важности интеграции иммерсивных технологий для повышения интереса и эффективности обучения геометрии;

3. *стимулировать самостоятельной работы и развитие творческого потенциала студентов:* поддержка студентов в овладении геометрическими знаниями и умениями для успешного оперирования ими; поощрение самостоятельного поиска новых знаний и применения геометрических навыков в нестандартных ситуациях; стимулирование активного мышления, инициативности и творческого мышления среди студентов для развития их потенциала.

*Теоретико-методологический компонент* модели геометрической подготовки студентов СПО с использованием иммерсивных технологий представляет собой совокупность научных подходов, дидактических принципов и условий реализации, которые служат фундаментом для разработки и внедрения данной модели в образовательный процесс.

Научные подходы, лежащие в основе модели, обеспечивают всестороннее рассмотрение процесса геометрической подготовки студентов. *Компетентностный подход* ориентирован на формирование у студентов ключевых компетенций, необходимых для успешной профессиональной деятельности. *Деятельностный подход* акцентирует внимание на активную роль студентов в процессе обучения и приобретения практических навыков. *Личностно-ориентированный подход* учитывает индивидуальные особенности и потребности каждого студента.

В процессе разработки образовательных программ были использованы ключевые положения нескольких подходов. *Конструктивный подход* предполагает создание новых знаний и умений на основе уже имеющихся, что позволяет обучающимся строить свое понимание на фундаменте предыдущего опыта. *Мультимодальный подход* обеспечивает использование различных форм представления информации и способов взаимодействия с ней, что способствует более глубокой и разносторонней обработке учебного материала. *Технологический подход* ориентирован на применение современных технологий, включая иммерсивные технологии, для повышения эффективности обучения. Эти подходы в совокупности создают комплексную образовательную среду, способствующую более эффективному усвоению знаний и развитию навыков.

Дидактические принципы, на которых базируется модель, включают в себя принципы *доступности, наглядности и прочности знаний*.

Систему дидактических принципов необходимо дополнить таким принципами как направленность на теоретические знания и интеграцию технологий. *Принцип направленности на усиление теоретических знания* подчеркивает важность формирования у студентов прочного фундамента теоретических знаний в области геометрии. В соответствии с данным принципом, в процессе геометрической подготовки студенты должны не только приобретать практические навыки решения задач и работы с геометрическими объектами, но и глубоко осваивать базовые геометрические понятия, теоремы и модели. *Принцип интеграции технологий* подразумевает органичное включение иммерсивных технологий в учебный процесс, что способствует повышению наглядности, интерактивности и вовлеченности студентов. *Принцип включения профессионального контекста в процессе обучения студентов геометрии* подчеркивает важность связи теоретических геометрических

знаний с практическими приложениями в будущей профессиональной деятельности.

Дидактические условия реализации модели включают формирование ядра компетенций, погружение студентов в виртуальную среду, внедрение инструментальных средств и организацию реальной и исследовательской деятельности в виртуальном пространстве. *Формирование ядра компетенций* предполагает определение ключевых знаний, умений и навыков, которые должны быть сформированы у студентов в процессе геометрической подготовки. *Погружение студентов в виртуальную среду* обеспечивает возможность интерактивного взаимодействия с геометрическими объектами и моделями. Внедрение инструментальных средств, таких как специализированное программное обеспечение и оборудование, позволяет расширить возможности обучения и сделать его более эффективным. *Организация реальной и исследовательской деятельности в виртуальном пространстве* способствует развитию у студентов навыков решения практических задач и проведения самостоятельных исследований.

Обобщая вышесказанное: теоретико-методологический компонент модели геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий обеспечивает прочную научную базу для разработки и реализации данной модели, учитывая современные требования к образованию и возможности технологий.

*Технологический компонент модели* представляет собой совокупность методов, средств и форм организации учебного процесса, направленных на эффективное формирование геометрических знаний, умений и навыков у студентов.

В рамках технологического компонента особое внимание уделяется применению иммерсивных технологий, в частности - дополненной

реальность. Эта технологии позволяют создавать интерактивные и наглядные учебные материалы, которые способствуют лучшему пониманию и усвоению геометрических концепций.

В модели геометрической подготовки студентов СПО применяется комплекс *методов обучения*:

- *интерактивные методы*: благодаря возможности манипулирования виртуальными объектами и создания интерактивных сцен, студенты могут активно взаимодействовать с геометрическими фигурами, исследовать их свойства и закономерности в трехмерном пространстве. Это способствует развитию пространственного мышления, повышению вовлеченности и мотивации обучающихся;

- *рефлексивный метод*: студенты могут анализировать свои действия в виртуальной среде, оценивать правильность решения геометрических задач и получать мгновенную обратную связь. Это способствует развитию навыков самоконтроля, самооценки и метакогнитивных стратегий;

- *исследовательские метод*: иммерсивные технологии предоставляют уникальные возможности для проведения геометрических экспериментов, моделирования и визуализации сложных концепций. Студенты могут самостоятельно исследовать геометрические свойства, формулировать гипотезы и проверять их в интерактивной среде, что способствует развитию исследовательских компетенций и креативности;

- *кейс-метод*: позволяет создавать реалистичные сценарии и ситуации, в которых студенты могут применять свои знания и навыки для решения практических задач. Это способствует развитию критического мышления, умения анализировать информацию и принимать обоснованные решения;

- *частично-поисковый метод*: благодаря структуре задания, а также системе проблемных вопросов, данный метод обучения

стимулирует студентов к самостоятельному поиску решений и открытию новых геометрических закономерностей. Это способствует развитию навыков самостоятельной работы, творческого подхода к решению задач и глубокому пониманию геометрических концепций.

Для реализации иммерсивных технологий в качестве *средств* обучения используются специально разработанные программные обеспечения на базе таких продуктов, как Unity и Vuforia, обеспечивающих создание интерактивных и реалистичных образовательных сред. Кроме того, для организации самостоятельной проектной деятельности обучающимися применяются готовые программные решения, благодаря GeoGebra и 3D Calculator, позволяющие моделировать и исследовать геометрические объекты и их свойства. Наряду с инновационными средствами обучения, в модели также задействованы традиционные ресурсы, включая учебные пособия, методические материалы и наглядные средства.

Модель предусматривает разнообразные *формы организации* учебного процесса, в том числе лекционные занятия, практические и лабораторные работы, самостоятельную деятельность студентов и проектную работу. Особый акцент делается на организацию групповой и индивидуальной работы обучающихся с применением иммерсивных технологий, что способствует развитию коллаборативных навыков, креативности и самостоятельности в решении геометрических задач.

При проектировании содержания обучения по геометрии опираться на ключевые положения существующих подходов к обучению.

С позиции деятельностного подхода содержание обучения геометрии должно быть взаимосвязано с будущей профессиональной деятельностью. Логика личностно ориентированного обучения предполагает представление содержания обучения геометрии в виде совокупности социально и личностно значимой системы знаний

геометрических фактов, способов деятельности, которыми овладевают студенты. В соответствии с идеологией компетентного подхода, ФГОС СПО, содержание обучения геометрии должно представлять собой совокупность профессионально-ориентированных ситуаций. С позиции конструктивного подхода содержание обучения выстраивается по спирали, как бы наращивая, надстраивая новые знания и умения на основе уже имеющихся. Мультимодальный подход обеспечивает использование различных форм представления информации и способов взаимодействия с ней, что способствует более глубокой и разносторонней обработке учебного материала. Технологический подход ориентирует на использование технологических решений для предъявления содержания, а также их использование студентом при работе с ним.

На основании мнения В.С. Леднева *содержание геометрической подготовки* понимаем как содержание процесса прогрессивных изменений структурных элементов геометрической подготовки, необходимым условием которого является особым образом организованная учебно-познавательная деятельность студента в процессе обучения геометрии.

При проектировании содержания обучения геометрии использовали идею вариативности. Таким образом содержание представимо в виде вариативной и инвариантной части. Инвариантная часть включает требования к результатам обучения геометрии, среди которых обозначены структурные элементы геометрической подготовки студентов. На ее основе формируется вариативная часть, которая предполагает создание условий для выбора студентом в виду своих интересов, потребностей и возможностей компонентов, для освоения. Это позволяет обеспечивает реализацию принципа включения профессионального контекста, дидактического условия формирования ядра компетенций.

Инвариативная часть регламентирована нормативными документами. Вариативная часть представлена комплексом

профессионально ориентированных заданий. Данный вопрос подробно нами будет охарактеризован в главе 2 параграфе 2.1.

Технологический компонент модели предполагает гибкость и адаптивность в выборе методов, средств и форм организации учебного процесса в зависимости от конкретных образовательных задач и особенностей студентов. Преподаватель играет роль фасилитатора, организуя учебный процесс таким образом, чтобы максимально использовать потенциал иммерсивных технологий для повышения эффективности геометрической подготовки.

*Результативно-оценочный компонент* играет фундаментальную роль в обеспечении качества и эффективности образовательного процесса, а также в достижении поставленных целей обучения. Он представляет собой важную составную часть целостного процесса геометрической подготовки студентов, включая в себя три основных *критерия*: мотивационно-ценностный, когнитивный и деятельностный.

*Измерение и оценивание уровня* геометрической подготовки студентов по этим критериям подразумевает проведение тестирования, а также использование других диагностических инструментов, таких как выполнение практических заданий в виртуальной среде.

Главная цель результативно-оценочного компонента - повышение качества геометрической подготовки студентов. Это достигается путем развития у них необходимых профессиональных компетенций, улучшения восприятия и понимания геометрических объектов и процессов.

Завершающий результативно-оценочный компонент играет ключевую роль в оптимизации процесса обучения геометрии, позволяя объективно измерять достигнутые результаты и своевременно корректировать образовательную траекторию для достижения поставленных целей геометрической подготовки будущих специалистов.

Предложенная структурно-функциональная модель служит основой для организации и совершенствования процесса геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования. Обобщая вышесказанное, мы считаем, что внедрение данной модели в практику среднего профессионального образования будет способствовать повышению качества геометрической подготовки студентов, формированию у них профессиональных компетенций и готовности к успешной трудовой деятельности в выбранной сфере.

**ФГОС СПО, Распоряжение Минпросвещения России «Об утверждении методических рекомендаций для внедрения в основные образовательные программы современных цифровых технологий»**

**Целевой компонент**

*Цель:* повышение качества и эффективности геометрической подготовки через развитие пространственного мышления у студентов СПО за счет интеграции иммерсивных технологий в учебный процесс

**Теоретико-методологический компонент**

*Научные подходы:*

*Дидактические принципы:*

конструктивный, мультимодальный, технологический

доступности, наглядности, прочности знаний, направленности на усиление теоретических знаний, интеграции технологий, включения профессионального контекста

**Технологический компонент**

*Содержание:*

*Методы:*

*Организационные формы:*

*Средства:*

*Инвариантная часть:* требования к результатам обучения геометрии (нормативные документы)

*Вариативная часть:* комплекс профессионально ориентированных заданий

интерактивный, рефлексивный, исследовательский, кейс-метод, частично поисковый

практические занятия, виртуальная лаборатория, самостоятельная работа студентов в иммерсивной среде

специализированные программные обеспечения, традиционные учебные материалы

**Результативно-оценочный компонент**

*Критерии сформированности:* знания, умения, опыт

*Уровни сформированности:* низкий, средний, продвинутый

*Измерение и оценивание уровня геометрической подготовки:* тестирование, выполнение практических заданий в виртуальной среде

*Результат:* повышение качества геометрической подготовки студентов, развитие у них необходимых профессиональных компетенций, улучшение восприятия и понимания геометрических объектов и процессов

## Выводы по главе 1

Проведенный теоретический анализ, представленный в главе 1, позволяет сделать ряд важных выводов относительно применения иммерсивных технологий в процессе геометрической подготовки студентов средних профессиональных учреждений.

Во-первых, иммерсивные технологии, включающие виртуальную, дополненную и смешанную реальность, представляют собой перспективное направление в современном образовании. Они позволяют создавать погружающие, интерактивные среды, способствующие качественному усвоению учебного материала, о чем свидетельствуют работы отечественных и зарубежных исследователей. В контексте геометрической подготовки, иммерсивные технологии открывают новые возможности для визуализации и моделирования геометрических объектов, что положительно сказывается на понимании студентами сложных пространственных концепций.

Во-вторых, геометрическая подготовка является важным компонентом профессионального образования, особенно для технических специальностей. Она включает в себя не только теоретические знания, но и практические навыки работы с геометрическими объектами, необходимые для успешной профессиональной деятельности. Однако, анализ результатов диагностических работ показывает, что многие студенты, поступающие в учреждения среднего профессионального образования, имеют недостаточный уровень геометрической подготовки, что создает серьезные трудности в дальнейшем обучении.

В-третьих, внедрение иммерсивных технологий в процесс геометрической подготовки студентов СПО способно существенно повысить ее эффективность. Зарубежные и отечественные исследования демонстрируют, что использование виртуальной, дополненной и смешанной реальности положительно влияет на развитие

пространственного мышления, повышение мотивации и улучшение результатов обучения. Иммерсивные среды позволяют сделать процесс изучения геометрии более наглядным, интерактивным и увлекательным, что особенно важно для студентов со слабой базовой подготовкой.

В-четвертых, внедрение иммерсивных технологий в образовательный процесс сопряжено с определенными вызовами, такими как высокая стоимость оборудования и необходимость переподготовки преподавателей. Тем не менее, учитывая значительный потенциал этих технологий, инвестиции в их развитие и внедрение являются оправданными и необходимыми для повышения качества геометрической подготовки будущих специалистов.

В заключение, можно констатировать, что иммерсивные технологии обладают большим дидактическим потенциалом в контексте геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования. Их использование способно существенно трансформировать процесс обучения, сделав его более качественным, наглядным и увлекательным. Это, в свою очередь, будет способствовать формированию у студентов прочных геометрических знаний и навыков, необходимых для их дальнейшей профессиональной деятельности.

Таким образом, внедрение иммерсивных технологий в геометрическую подготовку студентов СПО является перспективным направлением, требующим дальнейшего изучения и разработки соответствующих методических решений. Реализация этого потенциала позволит повысить качество математического образования и подготовить высококвалифицированных специалистов, обладающих необходимыми компетенциями для успешной профессиональной самореализации.

## **Глава 2. Методические аспекты геометрической подготовки студентов СПО с использованием иммерсивных технологий**

В эпоху стремительного технологического прогресса и цифровой трансформации образовательного процесса, перед преподавателями и методистами встает задача внедрения инновационных подходов к обучению геометрии. Одним из таких подходов является иммерсивный, который открывает новые горизонты для студентов среднего профессионального образования. Вторая глава нашей работы посвящена методическим аспектам геометрической подготовки студентов с применением этих передовых технологий.

Эта глава предлагает читателям погружение в мир передовых технологий, применяемых на различных темах обучения стереометрии. В ней подробно рассматриваются конкретные методы и инструменты, которые делают изучение геометрических концепций более наглядным и интерактивным. Особое внимание уделяется преимуществам использования иммерсивных технологий, особенно таких как виртуальная и дополненная реальности, которые способствуют более глубокому пониманию материала и повышению эффективности усвоения знаний.

В данной главе представлены разработанные элементы образовательных модулей, интегрирующих технологии дополненной реальности, предназначенные для студентов учреждений среднего профессионального образования. Кроме того, в главе изложены результаты апробации использования дополненной реальности в процессе обучения стереометрии.

### *2.1. Цели и содержание геометрической подготовки с использованием иммерсивных технологий*

В мире геометрии, мы часто сталкиваемся с абстрактными пространственными образами, которые кажутся далекими от нашей повседневной реальности [43]. Однако, именно в этом абстрактном мире скрыты ключи к пониманию окружающей нас среды. К сожалению, многие обучающиеся не способны переносить геометрические отношения из абстрактного пространства в реальную жизнь, об этом еще в 1923 году в своей книге «Практические занятия по геометрии» писал Я.И. Перельман. Отсутствие такого навыка приводит к утрате связи между тем, что обучающиеся изучают во время занятий, и тем, что они видят вокруг себя.

Ключевым аспектом современного образовательного процесса является интеграция инновационных технологий, что требует тщательного планирования каждого этапа формирования геометрических навыков. В этой связи нами была разработана последовательность шагов, которые преподаватель должен учитывать при проведении уроков с использованием иммерсивных технологий (рис. 4).



*Рисунок 4. Этапы внедрения иммерсивных технологий в геометрическую подготовку студентов*

Исходя из схемы, видно, что алгоритм использования иммерсивных технологий для обучения геометрии студентов учреждений среднего профессионального образования включает в себя последовательное проведение этапов. Внедрение иммерсивных технологий в геометрическую подготовку студентов требует комплексного подхода.

Первоочередным шагом деятельности преподавателя при проектировании геометрической подготовки является фиксация целей. Вслед за М.М. Поташником под целью обучения будем понимать предельно конкретный, охарактеризованный качественно, а где можно, то и количественно, образ желаемого (ожидаемого) результата, которого обучающийся реально может достичь строго к определенному моменту времени [54]. Данное мнение подчеркивает мысль о том, что цели геометрической подготовки должны быть однозначными, конкретными, максимально конкретизированы. Основные цели геометрической подготовки студентов можно выделить на основе ФГОС СПО, программ и структуры образовательного процесса. К основным целям геометрической подготовки студентов относим:

1. формирования умения и навыков оперирования пространственными образами, развитие способности к визуализации геометрических объектов и их преобразований;
2. понимание и применение основных понятий, таких как точки, линии, плоскости, углы, многоугольники, окружности и т.д., знание и умение применять геометрические теоремы и аксиомы;
3. умение решать задачи на построение, доказательство, вычисление и исследование геометрических фигур, развитие навыков аналитического и синтетического подходов к решению задач;
4. понимание междисциплинарных связей геометрии с алгеброй, тригонометрией, черчением, физикой и другими науками, применение

геометрических методов в различных областях знаний и практической деятельности;

5. владение компьютерными программами для моделирования и визуализации, исследование геометрических объектов, применение информационных технологий для решения геометрических задач;

6. формирование умения строить логические цепочки рассуждений, развитие навыков последовательного, строгого математического доказательства;

7. овладение необходимыми геометрическими знаниями и умениями для успешного обучения по выбранной специальности.

В контексте нашего исследования это позволяет провести декомпозицию элементов геометрической подготовки студентов СПО по уровням сформированности.

*Таблица 4*

*Уровни сформированности геометрической подготовки студентов СПО*

Критерии	Уровни сформированности		
	Низкий	Средний	Высокий
Геометрическая наглядность	студенты имеют трудности в визуализации и представлении геометрических объектов	студенты способны воспринимать и представлять простые геометрические объекты, но испытывают затруднения с более сложными конструкциями	студенты легко воспринимают и представляют геометрические объекты различной сложности
Геометрические преобразования	студенты не могут выполнять базовые геометрические преобразования (поворот, отражение, сдвиг) без помощи	студенты могут выполнять базовые геометрические преобразования, но с трудом справляются с более сложными задачами	студенты легко выполняют как базовые, так и более сложные геометрические преобразования

Работа с геометрическими построениями	студенты испытывают затруднения при выполнении геометрических построений, не понимают методику построения различных фигур.	студенты могут выполнить базовые геометрические построения, но требуют подсказок и помощи	студенты легко выполняют геометрические построения различной сложности без дополнительной помощи.
---------------------------------------	--	---	---

Конкретизация целей позволяет осуществить проектирование содержания обучения геометрии. Обратимся к проектированию содержательного компонента геометрической подготовки студентов СПО.

Анализ учебно-методических пособий, рекомендованных к использованию, позволяет сделать вывод о том, что существует ряд существенных недостатков в предлагаемой учебной литературе. Многие сборники заданий не учитывают профессиональный контекст и специфику будущей деятельности студентов, что снижает мотивацию к обучению. Зачастую отсутствуют интересные, практико-ориентированные задачи, способствующие развитию критического мышления и творческого подхода. Материал нередко подается в устаревшем формате, не соответствующем современным образовательным тенденциям и потребностям цифрового поколения. Кроме того, наблюдается недостаточная междисциплинарная связь и отсутствие заданий, направленных на формирование soft skills, столь необходимых в современном профессиональном мире.

Согласно ФГОС СПО и учебному плану (УП) по техническим специальностям первокурсники на дисциплине «Математика» изучают следующие темы раздела геометрии: «Координаты и векторы», «Прямые и плоскости в пространстве», «Многогранники», «Тела и поверхности вращения», «Измерения в геометрии», важно учитывать не только теоретические аспекты, но и их практическое применение. Студентам

следует понимать, как эти концепции применяются в реальном мире, чтобы увидеть их ценность.

Обучение геометрии должно начинаться с основных определений и принципов, затем переходить к примерам и задачам, которые помогут студентам усвоить материал. После этого следует проведение практических занятий, на которых студенты могли бы применить полученные знания на практике.

Почти все задания, включенные в рекомендованные к использованию учебников для СПО, носят традиционный характер. В частности они представлены системой геометрических заданий на вычисление, доказательство, практически отсутствуют задачи на исследование и практические задачи. Отметим, что ведущим принципом в нашем исследовании выступает принцип включения профессионального контекста. Это отмечено и в ФГОС СПО. Соответственно, преподаватель должен самостоятельно конструировать задания имеющие профессиональный контекст. С другой стороны, мы в главе 1 отметили, что изначально студенты имеют низкий стартовый уровень геометрических знаний и умений, испытывают трудности при освоении большого объема содержания учебного материала, что продиктовало реализацию принципа интеграции технологий и дидактического условия погружение студентов в виртуальную среду. В совокупности, это позволяет нам говорить, что необходимо использовать специально разработанные задачи, имеющие профессиональный контекст и методика обучения которых включает использование иммерсивных технологий. Назовем такие задачи профессионально ориентированные.

Н.В. Никаноркина, под профессионально ориентированной задачей понимает задачу, «условие и требование которой представляют собой модель некоторой ситуации, возникающей в профессиональной

деятельности, а исследование этой ситуации осуществляется средствами математики» [48].

В работе Р.М. Зайкина отмечается, что профессионально ориентированные задачи представляют собой уникальный симбиоз математики и реальных профессиональных ситуаций. Их фабула черпается из разнообразных сфер человеческой деятельности, но решение осуществляется с помощью математического инструментария. Автор классифицирует профессионально ориентированные задачи по их функциональной направленности, выделяя профессионально мотивирующие, профессионально прикладные, профессионально развивающие [32].

Основываясь на определениях вышеупомянутых авторов, а также учитывая необходимость связи с геометрией, мы будем понимать под профессионально ориентированными задачами – задачи, условия и требования которых моделируют реальные ситуации, возникающие в профессиональной деятельности, при этом их решение требует применение геометрических знаний и навыков. Такие задачи представляют собой синтез геометрии и практических профессиональных контекстов, где геометрические концепции и методы используются для анализа и решения проблем, характерных в конкретной профессиональной области.

Рассмотрим использование дополненной реальности в ходе изучения выше обозначенных тем курса стереометрии.

*Таблица 5*

*Применение AR при изучении геометрических тем*

Тема	Основные определения и принципы	Примеры и задачи	Практические занятия
Координаты и векторы	Введение понятия декартовы координаты в пространстве, определение векторов, их	Визуализация точки векторов в декартовой системе координат (в пространстве), задачи на нахождение	Использование AR-приложения для визуализации расположения точек, векторов в пространстве.

	компонентов, длины и направления	расстояния между точками, сложения и вычитания векторов, их компонентов, длины и направления	Демонстрация с помощью приложения сложение и вычитание векторов.
Прямые и плоскости в пространстве	Уравнение прямых и плоскостей, взаимность расположения прямых и плоскостей (параллельность и пересечение)	Определение точки пересечения прямой и плоскости. Задачи на нахождения углов между прямыми и плоскостью.	AR-приложения могут показывать трехмерные модели прямых и плоскостей, позволяя студентам визуально оценивать их расположение. Студенты могут использовать приложения для построения прямых по заданным уравнениям и наблюдать их поведение в пространстве
Многогранники	Определение многогранников, их элементов (ребра, грани, вершины).	Вычисление объемов и площадей поверхности многогранников, которые студенты могут вращать и исследовать.	AR-приложения могут отображать трехмерные модели многогранников, которые студенты могут вращать и исследовать.
Тела и поверхности вращения	Определение тел вращения (цилиндр, конус, сфера).	Создание тел вращения	Студенты могут использовать AR приложение для создания тел вращения из заданных кривых, наблюдая процесс вращения в реальном времени.
Измерения в геометрии	Понятие длины, площади, объема. Методы измерений в различных геометрических фигурах.	Задачи на вычисление дуг, площадей фигур, объемов тел.	AR - приложения могут предоставить интерактивные инструменты для измерения длин, площадей и

			<p>объемов различных фигур. Студенты могут использовать свои устройства для измерения реальных объектов, применяя полученные знания на практике.</p>
--	--	--	--

Охарактеризуем как можно применять AR при изучении данных тем.

Тема «Координаты и векторы». Использование AR в обучении данной темы может включать для визуализации системы координат, расположения геометрических объектов на ней. Важно при изучении темы, обратить внимание студентов на динамическое трехмерное пространство, которое можно вращать и рассматривать положение точки, вектора, плоскости и т.д.

При изучении темы «Прямые и плоскости в пространстве» AR может быть использован для создания трехмерных моделей прямых и плоскостей, наклонной плоскости и ее проекции, применение теоремы о трех перпендикулярах, построение двугранного угла.

Преподавателю следует продемонстрировать студентам, как использовать AR для создания трехмерных моделей прямых и плоскостей, наклонной плоскости и их проекций, чтобы студенты смогли лучше понять геометрические концепции в трехмерном пространстве, далее понять геометрические конструкции и их свойства (при построение двугранного угла).

В процессе изучения темы «Многогранники» использование дополненной реальности для создания трехмерных интерактивных моделей многогранников, вычисления основных элементов объемных фигур, построения сечения многогранников.

В процессе изучения данной темы, преподаватель должен нацелить внимание студентов на использование Дополненной реальности для создания трехмерных интерактивных моделей многогранников, таких как куб, призма, пирамида и другие. Это позволит не только лучше понять структуру и особенности объемных фигур, но и освоить вычисление объема, площади поверхности, длины ребер и других основных параметров объемных фигур. Кроме того, студенты смогут использовать дополненную реальность для построения сечений многогранников и исследования их внутренней структуры. Такой подход позволит студентам применять математические формулы на практике и увидеть, как изменение параметров сечения влияет на общий вид объемной фигуры. Полученные знания и навыки будут закреплены через решение практических задач, что поможет студентам успешно применять материал на практике.

Тема «Тела и поверхности вращения» аналогично создает предпосылки использования AR для создания трехмерных интерактивных моделей тел и поверхностей вращения, таких как шар, конус, цилиндр, построение сечения, образующей, развертки.

При изучении данной темы, студенты должны обратить внимание на использование Дополненной реальности для создания трехмерных интерактивных моделей тел и поверхностей вращения, таких как шар, конус, цилиндр, а также для построения сечений, образующих и разверток этих фигур. Это позволит им не только лучше понять особенности и структуру объемных и поверхностей вращения, но и освоить методы расчета объема, площади поверхности, длины образующей и других основных параметров этих фигур. Кроме того, студенты смогут использовать дополненную реальность для визуализации процесса вращения и построения сечений, что поможет им лучше понять взаимосвязь между трехмерной моделью и ее двумерным представлением. Такой подход позволит студентам применять математические формулы на

практике и увидеть, как изменение параметров влияет на общий вид тела или поверхности вращения.

Использование Дополненной реальности в процессе изучения темы «Измерения в геометрии» ориентировано на создание трехмерных моделей, учитывая их объем, или же применения технологии для вычисления объема многогранника и решения геометрических задач.

Преподаватель, в первую очередь, должен продемонстрировать обучающимся процесс применения трехмерных моделей с AR. Он может показать, каким образом можно взаимодействовать с приложением, чтобы создавать и изменять трехмерные объекты, учитывая их объем и геометрические параметры. Здесь студенты должны увидеть, как технология позволяет в реальном времени создавать и моделировать объемные фигуры, а также какие инструменты и возможности предоставляет данная технология для работы с объемом многогранников.

Далее преподаватель может продемонстрировать, как с помощью Дополненной реальности можно вычислять объем многогранников и решать геометрические задачи. Например, показать процесс расчета объема «с натуры». Это поможет студентам понять, каким образом технология может быть применена для решения конкретных геометрических задач и какие инструменты предоставляются для проведения подобных вычислений.

Грамотное использование дополненной реальности в обучении геометрии позволяет студентам увидеть абстрактные математические концепции в реальном мире, тем самым повысить эффективность понимания учебного материала и развитие когнитивных способностей.

Выделенные в первой главе 1 дидактические принципы и условия, а также сформулированные цели геометрической подготовки студентов СПО и анализ подходов к формированию содержания обучения В соответствии с этим проведено обогащение содержания геометрической

подготовки обучающихся СПО на основе принципов: соответствия целям и содержанию геометрической подготовки студентов СПО; учета профессионального контекста, доступности.

Выявленные требования основаны на точке зрения В.А. Орлова о путях оптимизации содержания учебных предметов. Ученый предлагает два подхода к структурированию содержания учебных предметов:

1) традиционный (предполагает учет логики развития дисциплины). В контексте нашего исследования это означает учет логики развития геометрии как науки, предполагает фундаментальность усваиваемых геометрических знаний и умений, соответствие актуальным запросам общества в области усваиваемых и востребованности знаний;

2) альтернативный (основан на учете познавательных запросов и потребностей обучающихся). В контексте нашего исследования означает необходимость учета субъектного опыта обучающихся при овладении геометрическими знаниями и умениями, рассмотрение обучающегося как полноправного субъекта процесса обучения геометрии.

Таким образом, фундаментальные знания и умения, обозначенные во ФГОС СПО, составляют инвариантную часть. Вариативная часть, спроектирована на основе альтернативного пути. На основании этого нами разработан комплекс заданий, профессионально ориентированного характера.

1. *Соответствие целям и содержанию геометрической подготовки студентов СПО.* Профессионально ориентированные задачи должны удовлетворять поставленным целям и содержанию геометрической подготовке студентов СПО. Содержание задачи должно заключать объекты будущей профессиональной деятельности и использовать математическую символику, а также приводить к исследованию математическими методами. Следовательно, при решении таких задач

осваивается метод математического моделирования, что соответствуют целям обучения математике.

2. Учет *профессионального контекста* предполагает включение задач и примеров, связанных с будущей профессиональной деятельностью студентов, использование профессиональной терминологии, акцентирование внимания на наиболее востребованных разделах геометрии, моделирование элементов будущей профессии при решении задач, а также привлечение профессиональных материалов и оборудования для наглядной демонстрации геометрических понятий.

3. *Принцип доступности* подразумевает соответствие сложности материала уровню подготовки студентов, постепенное нарастание сложности, опору на имеющиеся знания, наличие необходимых пояснений к заданиям, использование наглядности и практических примеров, учет индивидуальных особенностей обучающихся и обеспечение возможности самостоятельного освоения материала. Реализация этих принципов способствует формированию профессионального мышления, развитию профессиональных компетенций и обеспечивает эффективное усвоение геометрических знаний и умений студентами СПО.

Обогащающий содержание курса геометрии комплекс заданий с профессиональным контекстом, включает:

- *учебно-предметные задачи*, решение которых ориентировано на формирование геометрических представлений, предполагают использование системы геометрических знаний, использование математическими методами;

- *учебно-практические задания*, при решении которых формируются геометрические взаимосвязи

- *учебно-исследовательские задания*, при решении которых используются готовые или разрабатываются новые математические модели, формируются геометрические представления.

Геометрическая подготовка студентов СПО – это процесс, который требует систематического подхода и включает несколько ключевых этапов. В нашем исследовании разработаны этапы на примере изучения стереометрии в учреждениях СПО. Основные из них представим в виде таблицы.

Таблица 6

*Этапы геометрической подготовки при обучении геометрии*

Этап	Характеристика	Особенности
Формирование представления о трехмерном пространстве и плоскостях [43]	Обучающимся на данном этапе предлагается ознакомиться с основными понятиями трехмерной геометрии, такими как трехмерное пространство, прямые и плоскости в пространстве.	Особенность этого этапа состоит в том, что студенты начинают осознавать различия между двумерными и трехмерными объектами, а также изучают основные свойства прямых и плоскостей в трехмерном пространстве. Важно, чтобы преподаватель помог обучающимся понять, что трехмерное пространство имеет свои особенности и требует от них нового подхода к решению геометрических задач.
Формирование основных понятий и принципов стереометрии [67]	На этом этапе студенты знакомятся с основными понятиями стереометрии, такими как объемы, площади поверхностей, углы и т.д.	Основная задача преподавателя - уделять особое внимание различиям между стереометрией и плоской геометрией, помогая студентам осознать, какие геометрические принципы применимы к трехмерным объектам. Крайне важно акцентировать внимание на понимании того, что трехмерные объекты обладают как объемом, так и поверхностью, а также обучить студентов методам определения этих характеристик.
Формирование умения работать с объемами и площадями поверхностей [4]	На этом этапе студенты изучают методы расчета объемов различных трехмерных объектов (кубов, призм, пирамид и др.) и площадей их поверхностей.	Необходимо обратить внимание студентов на то, что вычисление объемов и площадей поверхностей требует от них навыков работы с различными формулами и их применения на практике. Преподаватель должен помочь обучающимся осознать, что объем и площадь поверхности являются фундаментальными

		характеристиками трехмерных объектов.
Формирование умения применять принципы, методы к решению задач	На этом этапе студенты учатся применять геометрические принципы для решения конкретных задач, связанных с трехмерными объектами.	Важно подчеркнуть, что решение задач по стереометрии требует не только знания формул, но и способности анализировать и интерпретировать трехмерные объекты и их характеристики. Важно помочь обучающимся видеть связь между абстрактными геометрическими принципами и их практическим применением в реальных ситуациях.

На каждом этапе обучения геометрии преподавателю необходимо создавать условия, способствующие переносу геометрических концепций из абстрактной теории в практическую реальность. Также следует стимулировать студентов к самостоятельному поиску решений задач и анализу трехмерных объектов в окружающей среде.

При интеграции иммерсивных технологий в образовательный процесс значительная роль отводится преподавателю, поскольку именно от его компетентности и методологического подхода зависит качество геометрической подготовки студентов. Эффективное внедрение этих технологий требует тщательного планирования и реализации, что, в свою очередь, предопределяет успех современного образовательного процесса. Преподаватель должен не только владеть техническими аспектами иммерсивных технологий, но и уметь адаптировать их к учебным целям, создавая интерактивные и увлекательные учебные материалы. Таким образом, грамотная организация процесса внедрения иммерсивных технологий становится ключевым фактором в достижении высоких образовательных стандартов и подготовки квалифицированных специалистов.

## *2.2. Методическое обеспечение геометрической подготовки на основе использования иммерсивных технологий*

В первой главе данного исследования представлены и описаны методы, организационные формы и средства, способствующие развитию качественной геометрической подготовки студентов средних профессиональных образовательных учреждений с использованием технологии дополненной реальности. В этом параграфе мы рассмотрим особенности отбора и конкретные примеры применения указанных методов, форм и средств обучения для осуществления геометрической подготовки на основе иммерсивных технологий. Это будет произведено в соответствии с выявленными дидактическими принципами, целями и содержанием обучения геометрии, определенными в контексте нашего исследования.

Термин «методическое обеспечение» как педагогическая категория рассматривается в двух аспектах: как процесс и как результат (рис. 5).



*Рисунок 5. Категория «методическое обеспечение» как процесс и результат*

В контексте нашего исследования первый аспект включает в себя проектирование и разработку нормативного комплекта образовательной программы на основе ранее определенных целей и требований к результатам обучения геометрии. Второй аспект предполагает понимание методического обеспечения как дидактического средства управления геометрической подготовкой студентов. Соответственно, он позволяет определить его структуру как совокупность всех учебно-методических документов (планов, программ, методических разработок и т. д.), на основании которых в реальности происходит обучение.

В контексте нашего исследования структурно методическое обеспечение геометрической подготовки студентов СПО на основе иммерсивных технологий представляет собой совокупность документов, описывающих методы, формы и средства обучения для достижения

заявленных образовательных результатов, критерии их сформированности, которое включает: программу, методические рекомендации, используемые средства обучения и диагностики образовательных результатов.

Программа обучения геометрии разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования на основе Федеральной образовательной программы среднего общего образования утвержденная приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 18 мая 2023 г. No 371, представлена в *Приложении А*.

В качестве основного средства обучения был выбран комплекс задач исследовательской направленности, представленный в параграфе 2.1. В ходе нашего исследования также применялись разнообразные программные обеспечения, в том числе самостоятельно разработанное мобильное приложение «GeoVision AR: визуализируй геометрию будущего» (рис. 6) а также образовательные интернет-ресурсы и сервисы. В частности, использовались такие программные продукты, как GeoGebra, Vuforia и Unity, 3D Calculator.



*Рисунок 6. Иконка разработанного мобильного AR – приложения*

Формирование готовности студентов — будущих специалистов по дисциплине «Математика» с использованием иммерсивных технологий представляет собой инновационный подход, который выходит за рамки традиционного обучения. Важным аспектом этого процесса является не только разработка и внедрение специально спроектированного учебного содержания, но и активное применение разнообразных методов и форм работы.

Иммерсивные технологии позволяют создать интерактивную образовательную среду, где студенты могут погружаться в сложные математические концепции и теории. Такой подход способствует более глубокому пониманию материала и развитию критического мышления. Однако успех в обучении достигается не только за счет использования этих технологий, но и благодаря применению различных педагогических стратегий.

Нами были использованы следующие формы обучения: практические занятия, виртуальные лаборатории, самостоятельная работа в интерактивной среде.

*Практические занятия* представляют собой структурированные учебные мероприятия, в ходе которых студенты непосредственно применяют теоретические знания для решения конкретных задач или выполнения определенных упражнений. Превалирующая цель таких занятий — закрепление теоретического материала и развитие практических навыков. Студенты учатся применять знания в реальных ситуациях, что способствует более глубокому пониманию предмета.

*Виртуальные лаборатории* предлагают уникальную возможность моделировать и анализировать геометрические фигуры в трехмерном пространстве, что особенно важно при изучении стереометрии. Основная цель виртуальных лабораторий — предоставление студентам возможности изучать сложные концепции и явления, которые трудно или невозможно

воспроизвести в реальных условиях. Обучающиеся работают с программным обеспечением, которое позволяет создавать и анализировать модели различных объектов и процессов. Например, при изучении стереометрии с помощью созданного нами приложения, они могут строить и исследовать трехмерные геометрические фигуры. Преимущества виртуальных лабораторий заключается прежде всего в обеспечении безопасной и контролируемой среде для экспериментов, которые позволяют экономить ресурсы и время. Они также предлагают уникальные возможности для визуализации и анализа данных, что особенно полезно для сложных научных дисциплин, таких как математика.

Самостоятельная работа в *интерактивной среде* включает использование различных онлайн-ресурсов и платформ для самостоятельного изучения материала, выполнения заданий и тестирования своих знаний. Ведущая цель такой формы обучения — стимулирование обучающихся к активному поиску решений, развитию самостоятельного мышления и навыков самоконтроля. Самостоятельная работа в интерактивной среде (в частности – иммерсивной) развивает навыки самоорганизации и управления временем. Она позволяет студентам учиться в своём собственном темпе и углубляться в интересующие их темы. Интерактивные элементы делают процесс обучения более увлекательным и эффективным.

Сочетание иммерсивных технологий с разнообразными формами обучения позволяет создать комплексную образовательную среду, способствующую всестороннему развитию студентов. Это не только повышает качество образования, но и готовит будущих специалистов к эффективной работе в условиях современного технологического мира.

Предложенные формы и средства обучения, включая технологию дополненной реальности, целесообразно использовать на различных этапах формирования геометрической подготовки студентов учреждений

среднего профессионального образования. Особенно эффективными являются *частично-поисковые* методы, которые стимулируют активное участие обучающихся в процессе приобретения знаний и навыков.

Частично-поисковый метод предполагает, что преподаватель не просто излагает готовые знания, а организует поисковую деятельность студентов, ставя перед ними проблемные задачи и вопросы. Обучающиеся самостоятельно находят решения, опираясь на свой опыт и имеющиеся знания, что способствует более глубокому пониманию и усвоению материала. Данный метод развивает критическое мышление, креативность и навыки решения проблем. Технология дополненной реальности может стать эффективным инструментом в рамках частично-поискового метода. Она позволяет визуализировать сложные геометрические концепции, создавая интерактивные 3D-модели, которые студенты могут исследовать и манипулировать в реальном времени. Это помогает лучше понять пространственные отношения, свойства фигур и их взаимосвязи. Кроме того, дополненная реальность может быть использована для создания проблемных ситуаций и задач, требующих от студентов применения геометрических знаний и навыков в практических контекстах.

Сочетание частично-поискового метода и технологии дополненной реальности создает увлекательную и эффективную среду обучения, которая мотивирует студентов активно участвовать в учебном процессе, развивать самостоятельность и приобретать прочные знания в области геометрии. Такой подход способствует формированию у будущих специалистов среднего профессионального образования компетенций, необходимых для успешной профессиональной деятельности. Приведем фрагмент занятия, на котором реализовывался частично-поисковый метод.

**Пример 1.** Задание «Оптимизация размещения груза в железнодорожном вагоне».

*Железнодорожная компания сталкивается с проблемой оптимального размещения различных грузов в вагонах для максимального использования пространства и обеспечения безопасности перевозки. Традиционные методы планирования размещения груза могут быть трудоемкими и не всегда эффективными. Компания решает использовать AR-технологию для решения этой проблемы.*

*Ход работы:*

*1. Сбор данных:*

*Первым делом определите какой груз вы будете перевозить и оцените его габариты. Далее измерьте внутренние размеры и определите особенности железнодорожного вагона.*

*2. Создание 3D-моделей:*

*Разработайте в среде GeoGebra модели груза на основе собранных данных. Оптимизируйте модели для использования в AR-приложении - 3D Calculator.*

*3. Тестирование и оптимизация:*

*Проведите тестовых сценариев размещения груза на полигоне с использованием AR-приложения. Оптимизируйте алгоритмы размещения груза для максимального использования пространства вагона и обеспечения безопасности. Сделайте скриншот наиболее удачного размещения груза.*

*4. Представление результата работы:*

*Создайте презентацию своего решения и объясните, почему такое расположение груза наиболее рационально.*

*Цели:*

- создание условий для формирования умений использовать математические навыки для решения задач профессиональной направленности, в частности, задачи логистики;*
- развитие навыков сбора и анализа данных;*

- получение опыта командной работы.

*1 этап. Подготовительный.* Разработка и подготовка к заданию включает следующие шаги:

1. Изучить основы AR-технологий и их применение в логистике.
2. Создать объекты - грузы в динамической среде GeoGebra и реализовать их в Дополненной реальности с помощью мобильного приложения - 3D Calculator.
3. Разделиться на команды и распределить роли (сбор данных, создание моделей, тестирование и оптимизация).

*2 этап. Проведение занятия.* Данное занятие проводится на полигоне. Команды тестируют различные сценарии размещения груза в вагонах с помощью AR-приложения 3D Calculator, оптимизируют алгоритмы для максимального использования пространства и обеспечения безопасности. Команды фиксируют свой ответ скриншотами, возвращаются в класс для создания презентации со своим решением данной задачи.

*3 этап. Рефлексия.* Организовывается дискуссионная площадка, на которой обсуждается результат проектной работы, анализируется успех и выявляются трудности, возникшее у обучающихся в ходе образовательной деятельности. Оценивается эффективность применения AR-технологий для решения проблемы оптимального размещения груза в железнодорожных вагонах. Определяются возможные пути дальнейшего развития и применения полученных знаний и навыков.

*Замечание.* Особенность решения данной задачи заключается в необходимости тщательного анализа исходных данных, прогнозировании возможных вариантов размещения груза и оценке их эффективности. Ключевая идея состоит в применении инновационной AR-технологии для оптимизации процесса планирования погрузки. Создание точных 3D-моделей груза и внутреннего пространства вагона в среде GeoGebra

позволит наглядно представить различные конфигурации размещения и выбрать наиболее рациональный вариант. Использование AR-приложения 3D Calculator даст возможность интерактивно взаимодействовать с виртуальными объектами, перемещая и комбинируя их для достижения оптимальной загрузки вагона.

Такой подход обеспечит не только максимальное использование доступного пространства, но и учет специфических требований к безопасности перевозки конкретных видов груза.

Также, одним из ведущих методов в нашей работе является кейс-метод. Данный метод относится к наиболее эффективным и инновационным подходам в современном образовании. Его суть заключается в решении студентами реальных профессиональных задач, представленных в виде конкретных ситуаций (кейсов). Этот метод позволяет развивать у обучающихся критическое мышление, навыки анализа и синтеза информации, умение работать в команде и принимать обоснованные решения.

Особенно актуальным кейс-метод становится в контексте подготовки будущих специалистов в различных областях. Решая кейсы, основанные на математическом содержании и связанные с будущей профессиональной деятельностью, студенты не только углубляют свои знания по предмету, но и учатся применять их на практике, развивают профессиональные компетенции.

Процесс обучения с использованием кейс-метода можно разделить на несколько взаимосвязанных этапов. На подготовительном этапе происходит ознакомление с ситуацией, выделение ключевых проблем и вопросов. Далее следует этап обсуждения, в ходе которого студенты в группах анализируют кейс, предлагают возможные решения и обосновывают их. Важной составляющей является оценивание участников дискуссии, позволяющее выявить наиболее активных и компетентных

студентов. Завершающий этап - рефлексия, в ходе которой происходит осмысление полученного опыта, анализ сильных и слабых сторон предложенных решений. Приведем пример фрагмента занятия на дисциплине «Математика» студентов средних профессиональных учреждений железнодорожной направленности, организованного в логике кейс-метода.

**Пример 2.** Кейс «ТрансЭкспресс».

*В железнодорожной компании «ТрансЭкспресс» возникла проблема при строительстве нового тоннеля. Инженеры столкнулись с трудностями при расчете и построении сечений тоннеля из-за его сложной геометрической формы и наличия различных геологических слоев. Ошибки в расчетах могут привести к серьезным последствиям, таким как обрушение тоннеля или увеличение затрат на строительство. Руководство компании решило привлечь студентов железнодорожных специальностей для решения этой проблемы с использованием технологии дополненной реальности.*

*Задания:*

- 1. Изучите геологические данные и чертежи тоннеля, предоставленные компанией «ТрансЭкспресс».*
- 2. С помощью технологии дополненной реальности создайте 3D-модель тоннеля и окружающих геологических слоев.*
- 3. Рассчитайте и постройте необходимые сечения тоннеля, учитывая геометрическую форму и свойства геологических слоев.*
- 4. Предложите оптимальные решения для укрепления тоннеля и минимизации рисков при строительстве.*
- 5. Подготовьте презентацию с результатами работы и рекомендациями для инженеров компании.*

Цель занятия: Развитие у студентов навыков применения знаний по построению сечений в реальных условиях, а также умения использовать

технологии дополненной реальности для решения сложных инженерных задач в железнодорожной отрасли.

Форма: Групповая работа с использованием технологии дополненной реальности.

Участники: Студенты железнодорожных специальностей, разделенные на группы по 4-5 человек.

*1 этап. Подготовительный.* На данном этапе организовываются следующие действия.

В первую очередь преподаватель знакомит студентов с ситуацией и ставит перед ними задачи. Предъявление кейса обучающимся происходит непосредственно на занятии. Студенты были разбиты на группы по 4-5 человек для решения одной и той же ситуации. Анализ кейса происходит в группе в течение 15-20 минут.

*2 этап. Обсуждение.* На данном этапе обучающимся предстоит обсудить основные идеи по решению данной задачи. Оставшееся время студенты решают задания, создавая цифровую модель тоннеля и геологических слоев (60 мин). Затем участники группы представляют свое решение одногруппникам в виде презентации.

*3 этап. Оценивание участников дискуссии.* Преподаватель оценивает работу студентов по следующим критериям: качество и точность расчетов и построения сечений; эффективность использования технологии дополненной реальности при решении данной задачи; обоснованность предложенных решений для укрепления тоннеля; качество презентации и ответов на вопросы; уровень командной работы и вклад каждого участника.

*Замечание.* Перед началом работы преподавателю необходимо убедиться, что студенты имеют достаточные знания по построению сечений и владеют необходимыми инструментами для работы с дополненной реальностью. В ходе работы важным является процесс

поощрения студентов к творческому подходу и поиску нестандартных решений. Для эффективной работы лучше сгруппироваться с преподавателями специальных дисциплин которые будут являться экспертами железнодорожной отрасли для консультаций и оценки работы студентов.

Кейс-метод представляет собой комплексный интерактивный подход, способствующий развитию у студентов готовности к будущей профессиональной деятельности. Его применение в процессе обучения математике позволяет создать условия для поэтапного освоения компонентов этой готовности и организовать учебно-профессиональное событие, что делает данный метод эффективным инструментом на этапах приобщения и закрепления знаний и навыков.

В нашем исследовании применялись следующие методы рефлексии:

1. настроения и эмоционального состояния (дневник эмоций, эмоциональная шкала, «Эмоции»);
2. содержание учебного материала (ментальная карта, упражнение «Плюс-минус-интересно», «Синквейн»);
3. деятельности («Рефлексивная мишень», «Дерево целей», «Фишбоун»).

В авторской методике формирования геометрической подготовки студентов средних профессиональных учреждений нами уделяется особое внимание использованию разнообразных методов, организационных форм и средств обучения. Эти компоненты обеспечивают планомерное протекание всех этапов подготовки и проведение контрольных и измерительных мероприятий.

Основу методики составляют интерактивные методы обучения, особенно кейс-метод, который позволяет студентам применять теоретические знания на практике, решая реальные задачи. Частично-поисковый метод способствует развитию критического мышления и

самостоятельности, а рефлексивные методы помогают студентам осмысливать полученные знания и опыт, что усиливает их профессиональную компетентность.

Среди организационных форм обучения приоритетной является иммерсивная форма, которая предполагает полное погружение студентов в учебный процесс. Это достигается через использование виртуальных лабораторий, практических занятий и самостоятельной работе студентов в иммерсивной среде, создающий эффект присутствия и активного участия в процессе обучения.

Успешное усвоение предмета геометрии не заключается только в отчетливом понимании его содержания. Это также требует прочного закрепления материала в памяти и способности усматривать геометрические отношения в реальной жизни [16]. Важно, чтобы обучающийся осознавал, какие геометрические законы и принципы применимы в повседневных ситуациях, от расстановки мебели в комнате до планирования городского пространства.

Поэтому, для полноценного усвоения геометрии, необходимо создавать обучающие программы с использованием передовых технологий, которые помогут студентам не только понять абстрактные пространственные образы, но и научиться видеть их в реальной жизни. Только тогда обучающийся сможет приобрести навык усматривать геометрические отношения в окружающем мире и использовать их для решения повседневных задач [51].

В качестве ведущего средства обучения выступает авторское мобильное приложение, разработанное на основе технологии дополненной реальности. Оно предлагает новый подход к изучению математики и позволяет обучающимся интерактивно взаимодействовать с трехмерными объектами, что невозможно при использовании традиционных методов

обучения. Это приложение может быть использовано как при изучении нового материала, так и при его закреплении (рис. 7).



*Рисунок 7. Преимущества применения приложения с элементами дополненной реальности*

В мире геометрии, где каждый угол требует внимания, технология дополненной реальности является настоящим волшебным карандашом для исследователей. Она превращает скучные учебные материалы в захватывающее путешествие по пространству и времени, где каждый шаг открывает новые грани знаний. Рассмотрим возможности применения AR при обучении стереометрии студентов первых курсов учреждений среднего профессионального образования.

### **Координаты и векторы – 10 часов**

В начале занятия по теме «*Прямоугольная (декартова) система координат. Формула расстояния между двумя точками*», лектор вводит такие понятия как: прямоугольная (декартова) система координат в пространстве, координатное пространство, аппликата и др. Затем преподаватель, переходит в режим практики: на этом этапе преподавателю

предстоит создать условия для отработки материала. После, студенты получают самостоятельные задания.

Рассмотрим использование, разработанного нами приложения «GeoVision AR: визуализируй геометрию будущего» при изучении темы «*Прямоугольная (декартова) система координат. Формула расстояния между двумя точками*».

*Ожидаемые в процессе применения материалов результаты:*

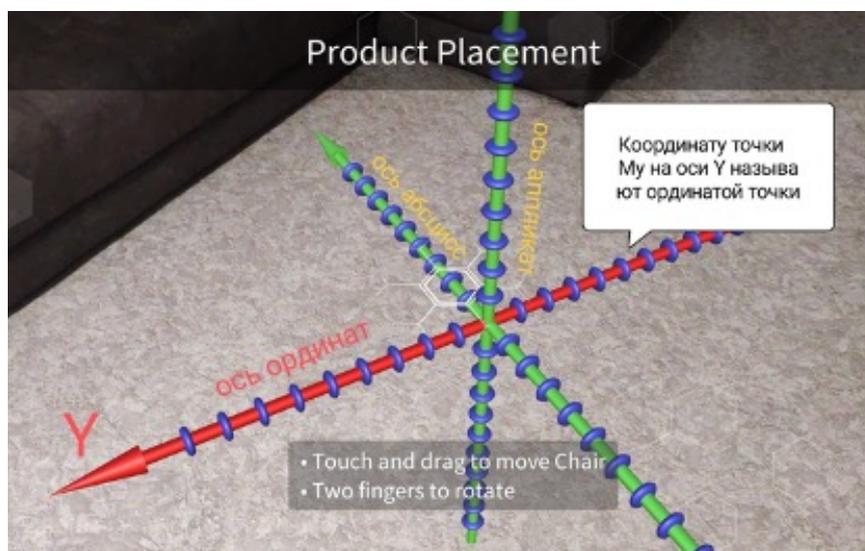
1. Студенты научатся оперировать понятием декартовой системы координат в пространстве, находить расстояние между двумя точками по их координатам, определять координаты середины отрезка по координатам его концов.

2. У студентов сформируется понимание основных принципов работы прямоугольной системы координат в пространстве и ее структуры.

3. Улучшится визуальное представление пространства и понимание взаимосвязей между точками на графике у студентов.

*Комплект учебно-методических материалов:*

Обучающий материал №1. Позволяет продемонстрировать основные элементы темы. Кликая на объект, появляется справка о нем (рис. 8).



*Рисунок 8. Демонстрация интерактивного продукта декартовой системы координат в пространстве*

**Задание 1.** Определите лежит ли данная точка на координатной оси, в случае утвердительного ответа укажите эту ось:

$A (3;0;2)$   $C (-5;0;0)$   $E (0;4;1)$   $G (0;-1;0)$

$B (1;0;-5)$   $D (0;0;0)$   $F (0;0;7)$   $H (5;0;-2)$

**Задание 2.** Заполните пропуски

Три попарно перпендикулярные координатные прямые с общим началом отсчета это \_\_\_\_\_. Начало координат – это точка которая \_\_\_\_\_, обозначают буквой  $O$ . Координатные прямые, обозначенные буквой \_\_, \_\_, \_\_, называют соответственно, осью абсцисс, ординат и \_\_\_\_\_.

Плоскость, проходящая через \_\_\_\_\_ координатных \_\_\_\_\_  $x$  и  $y$ ,  $y$  и  $z$ , \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_, называют координатными \_\_\_\_\_.

Обучающий материал №2.

**Задание 1.** Соедините точки и их координаты (рис. 9).

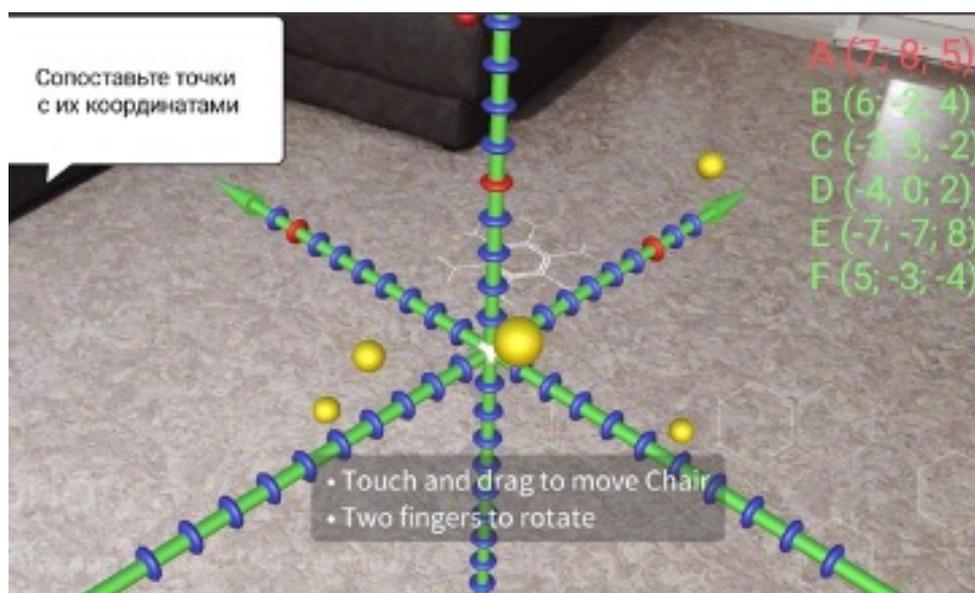


Рисунок 9. Демонстрация сцены задания

**Задание 2.** Найдите расстояние между точками а)  $A$  и  $F$ ; б)  $C$  и  $D$ ; в)  $E$  и  $F$ .

**Задание 3.** Найдите координаты середины отрезков  $AF$  и  $DE$ .

*Методические рекомендации по использованию учебно-методических материалов:*

При работе с первым обучающимся материалом, преподавателю нужно продемонстрировать работу с приложением, показать элементы вращения, обозначить, что при нажатии на объект, появляется справка о нем. Материал №1 подойдет для наглядного представления системы координат в пространстве, важно, чтобы обучающиеся рассмотрели составляющие прямоугольной системы координат, так они быстрее усвоят материал. Дайте время студентам поработать с объектами, изучит их подробнее, рассмотреть со всех сторон. После подробного изучения, обучающимся предлагается выполнить задание 1, 2.

Переход ко второму комплекту предполагает умение работать с точками в пространстве. Обучающимся предстоит соединить точки с их координатами, а затем выполнить задание, используя объекты, расположенные прямо перед ними.

### **Теорема о трех перпендикулярах - 2 часа**

Теорема о трёх перпендикулярах представляет собой фундаментальное утверждение в геометрии, которое имеет широкое применение в различных областях науки и техники. Её изучение не только углубляет наше понимание пространственных отношений, но и способствует развитию логического мышления и аналитических навыков.

При изучении теоремы о трех перпендикулярах обучающиеся сталкиваются с рядом проблем, среди которых: проблемы с чертежами, понимание пространственного мышления.

Нами было разработано приложение по теме «Теорема о трех перпендикулярах» с поддержкой AR - технологии, состоящее из трех блоков:

*Блок 1: Теорема.* В первом блоке приложения студентам предоставляется возможность детально ознакомиться с теоремой о трех

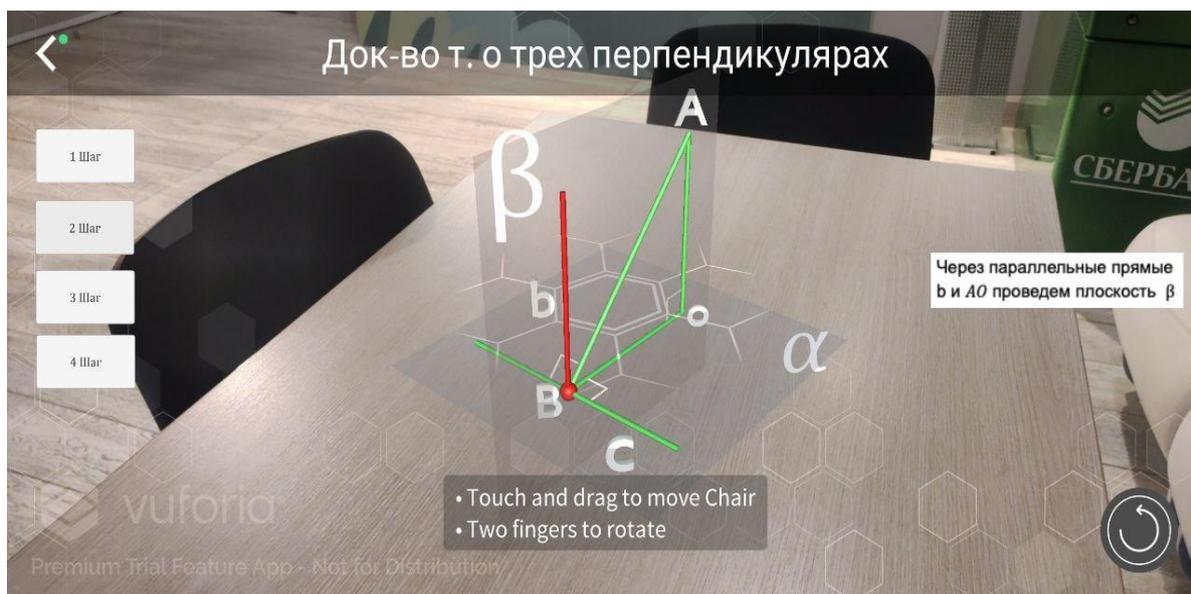
перпендикулярах. Особое внимание уделяется ключевым элементам, формирующим теорему, таким как наклонная, проекция и перпендикуляр. Благодаря наглядной визуализации с помощью AR-технологии, студенты могут лучше понять взаимосвязь между этими элементами и их роль в теореме (рис. 10).



Рисунок 10. Демонстрация теоремы о трех перпендикулярах

При работе с данной сценой, преподаватель должен акцентировать внимание на терминологию, так как некоторые учащиеся могут путаться в геометрической терминологии, такой как «перпендикуляр», «проекция», «плоскость», что затрудняет понимание теоремы.

*Блок 2: Доказательство теоремы.* Второй блок приложения посвящен поэтапному интерактивному доказательству теоремы о трех перпендикулярах. Студенты могут переходить от одного этапа доказательства к другому, наблюдая за подсвечиванием нужных объектов и достраиванием составляющих. Такой подход позволяет студентам не только понять логику доказательства, но и визуально проследить за каждым шагом, что способствует лучшему усвоению материала (рис. 11).



*Рисунок 11. Демонстрация доказательства теоремы о трех перпендикулярах*

Каждый из обучающихся имеет возможность неоднократно пересматривать данное доказательство, тщательно анализируя концепцию его построения. Это способствует более глубокому пониманию материала и закреплению знаний.

*Блок 3: Тест.* Заключительный блок приложения содержит тестовые задания, направленные на проверку понимания теоремы о трех перпендикулярах. Задания разработаны таким образом, чтобы студенты могли применить полученные знания на практике и закрепить свое понимание теоремы. Тестовая часть позволяет оценить уровень усвоения материала и выявить области, требующие дополнительного внимания (рис. 12).



Рисунок 12. Тестовые задания в AR реализации

Данное задание является важным элементом образовательного процесса, направленным на проверку и закрепление знаний студентов по теореме о трёх перпендикулярах. Студентам предоставляется возможность интерактивного взаимодействия с объектом, что значительно повышает их способность к его детальному анализу и формулировке правильного ответа.

### **Построение сечений - 8 часов**

Изучение темы «Построения сечения» представляет собой фундаментальный аспект в различных областях науки и техники, от геометрии и архитектуры до медицины и материаловедения [5, 6]. Построение сечений позволяет нам проникнуть в глубинную структуру объектов, предоставляя ценную информацию о их внутренней организации, свойствах и функциональных возможностях.

В геометрии и математике построение сечений играет ключевую роль в понимании пространственных отношений и форм. Это позволяет исследовать сложные трехмерные фигуры путем анализа их двухмерных сечений, что упрощает решение множества задач. Например, при изучении

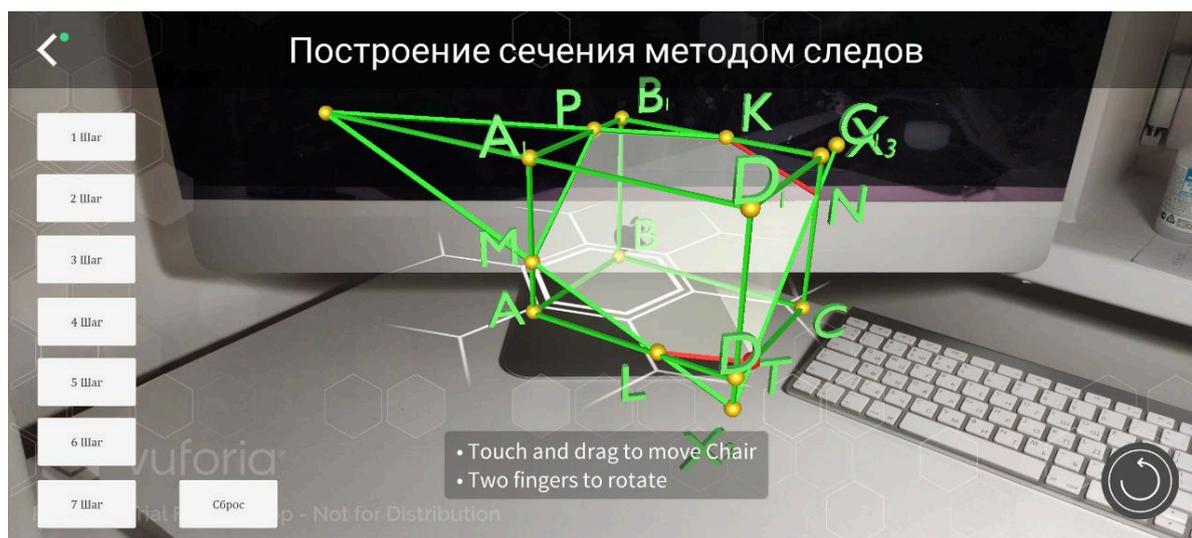
многогранников или кривых поверхностей, сечения дают возможность выявить важные характеристики, такие как симметрия, объем и площадь.

Нами было разработано приложение, в котором возможно изучение построение сечения двумя способами: методом следов и параллельным переносом.

На построение сечения методом следов предлагается три задачи: две задачи подробно (по шагам) демонстрируют построение сечения, через указанные точки.

**Задача 1.** На ребрах  $AA_1$ ,  $C_1B_1$  и  $AD$  параллелепипеда  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ , лежат точки  $M$ ,  $L$ ,  $K$  соответственно. Постройте сечения параллелепипеда плоскостью  $(MLK)$ .

Запуская AR – приложение, обучающимся предоставляется возможность рассмотреть условие задачи, затем нажимая на кнопки, представленные в левом окне сцены, появляются построения, которые приводят к решению задачи (рис.13).



*Рисунок 13. Демонстрация итогового результата построения сечения по шагам первой задачи*

При демонстрации построения сечения  $(MLK)$  обучающимся дается задание описывать последовательность построения и обосновывать каждый этап в тетради.

**Задача 2.**  $ABCA_1B_1C_1$  – треугольная призма. На ребрах  $A_1A_2$ ,  $A_2A'_2$  и  $A_3A'_3$  отмечены точки  $P$ ,  $K$ ,  $F$ . Постройте сечение призмы плоскостью  $(PKF)$ .

Действия происходят аналогично первой задаче: открываем мобильное приложение для визуализации условия задачи, кликая на кнопки, обозначающие шаги, обучающиеся анализируют решение построения того или иного объекта и оформляют решения в своих тетрадях (рис. 14).

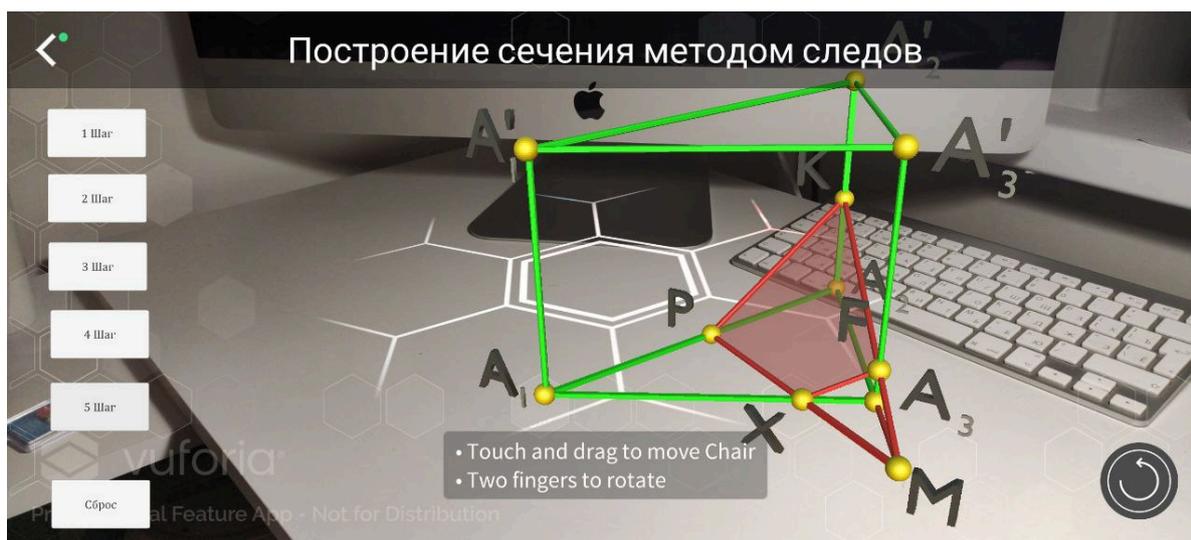


Рисунок 14. Демонстрация решения задачи 2 методом следов

Завершающей задачей на построение сечения методом следов стала задача 3 (рис. 15). Которая предполагает демонстрацию лишь условия самой задачи и ее ответа, хода решения нет, поэтому обучающиеся должны самостоятельно провести построение сечения и обосновать его.

**Задача 3.** На ребрах  $A_1A'_1$ ,  $A_2A'_2$ ,  $A_3A'_3$  параллелепипеда  $A_1A_2A_3A_4A'_1A'_2A'_3A'_4$  отмечены точки  $F$ ,  $K$ ,  $P$ . Постройте сечение параллелепипеда плоскостью  $(FKP)$ .

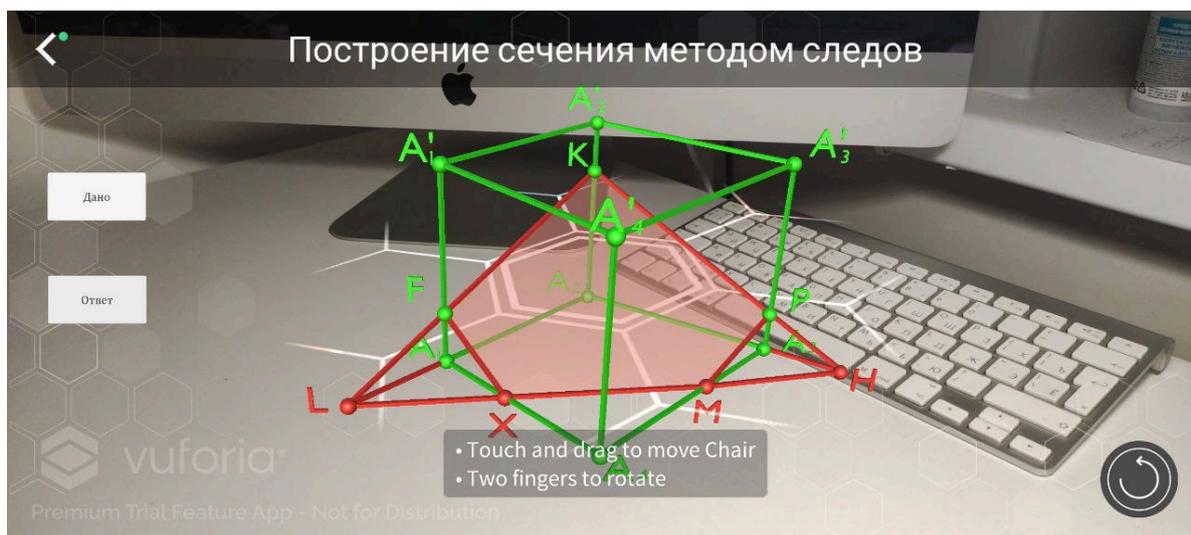


Рисунок 15. Демонстрация ответа на задачу 3.

Следующим методом построения сечения стал метод параллельного переноса. По данному методу нами была представлена одна задача, в которой отображается пошаговое построение элементов сечения с анимацией (рис 16). Обучающимся предстоит пошагово изучить решение задачи и оформить решение в своей тетради.

**Задача 4.** На ребрах  $A_1A'_1$ ,  $A_3A'_3$ ,  $A_4A'_4$ , куба  $A_1A_2A_3A_4A'_1A'_2A'_3A'_4$ , отмечены точки  $K$ ,  $P$ ,  $F$ . Постройте сечение параллелепипеда плоскостью  $(KPF)$ .

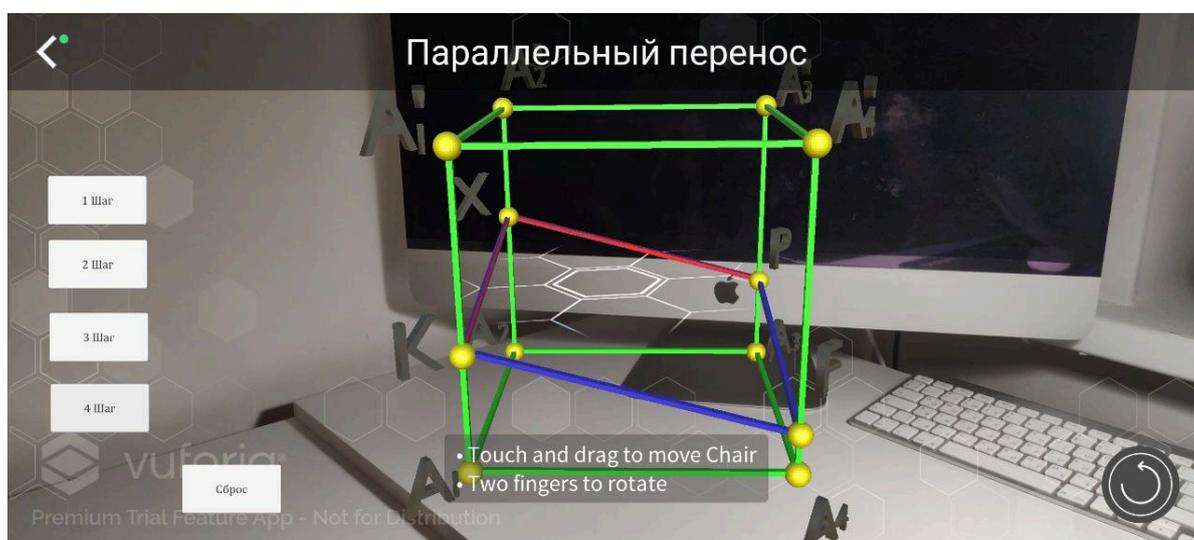


Рисунок 16. Демонстрация построения сечения задачи 3 методом параллельного переноса

По завершению работы с мобильным приложением, студенты получают задание для самостоятельного решения: *В грузовом вагоне в форме прямоугольного параллелепипеда  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$  перевозится сферический резервуар для топлива. Центр сферы находится в точке  $O$ , лежащей на диагонали  $AC_1$  параллелепипеда. Построить сечение вагона плоскостью, проходящей через точки  $M$ ,  $N$  и  $K$ , где  $M$  - середина ребра  $AA_1$ ,  $N$  - точка на ребре  $BB_1$ , а  $K$  - точка на грани  $BCC_1 B_1$ .*

### **Тела и поверхности вращения – 6 часов**

Когда речь идет о разделе «Тела вращения», где цилиндры, конусы и сферы танцуют вокруг осей и радуют глаз своими формами, дополненная реальность становится неотъемлемым спутником исследователя. С ее помощью можно буквально «прикоснуться» к объемным фигурам, рассмотреть их со всех сторон, разгадать их тайны и открыть новые геометрические концепции. Рассмотрим занятия по теме «Тела вращения».

Первая часть занятия «*Цилиндр. Основание, высота, боковая поверхность, образующая, развертка*» проводится в виде лекции по изучению нового материала. Лектор проводит лекцию, в ходе которой студенты узнают о понятиях основания, высоты, боковой поверхности, образующей и развертке цилиндра. Это позволяет им понять основные характеристики цилиндра и его свойства. После лекции студенты приступают к исследовательской работе, где проводят эксперименты с различными цилиндрами и определяют их характеристики. Затем они переходят к выполнению закрепляющих заданий для углубления полученных знаний.

Рассмотрим использование приложения GeoGebra с дополненной реальностью при изучении темы «*Цилиндр. Основание, высота, боковая поверхность, образующая, развертка*».

*Ожидаемые в процессе применения материалов результаты:*

1. Студенты смогут понять и объяснить основные понятия, связанные с цилиндром, такие как его основание, высота, боковая поверхность, образующая и развертка.

2. Студенты научатся создавать модель цилиндра в программе Geogebra, используя инструменты для построения тела вращения.

3. Студенты смогут продемонстрировать свою работу с использованием технологии дополненной реальности, что позволит им визуализировать и интерактивно исследовать свой проект.

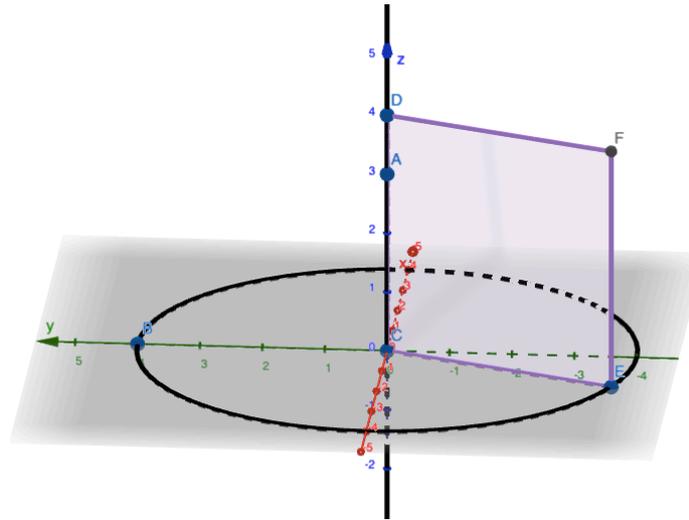
4. Студенты смогут применить полученные знания о цилиндре для решения различных задач и заданий, требующих понимания его свойств и характеристик.

*Комплект учебно-методических материалов:*

Инструкция по созданию тела вращения «Цилиндр» в приложении GeoGebra:

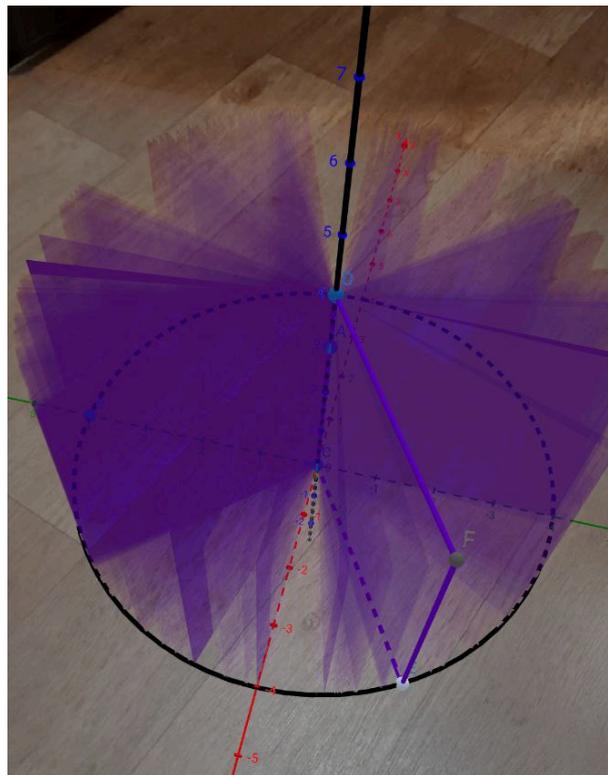
1. Открываем приложение, переходим в раздел 3D Calculator.
2. На оси аппликат строим точку с координатами  $A(0;0;2)$ .
3. Через точку  $A$  и ось абсцисс проводим перпендикуляр  $f$ .
4. На оси ординат отмечаем точку  $B(0;3;0)$ .
5. Выбираем построение окружности по точки и оси: указываем перпендикуляр  $f$  и точку  $B$ . Построили окружность  $c(f, B)$ .
6. Ставим точку  $C$  в начале координат  $C(0;0;0)$ .
7. На оси аппликат отмечаем точку  $C(0;0;4)$ .
8. В любом месте на окружности отмечаем точку  $E$ .
9. Строим отрезок  $CE$ .
10. Через точку  $D$  проводим прямую  $k$ , параллельную отрезку  $CE$ , через точку  $E$  проводим прямую  $j$ , параллельную прямой  $f$ .
11. На пересечение прямых  $k$  и  $j$  отмечаем точку  $F$ .
12. Прямые  $k$  и  $j$  скрываем, строим отрезки  $DF, FE$ .

13. В инструментах выбираем многоугольник и отмечаем вершины –  $DFEC$  (рис. 17).



*Рисунок 17. Построение виртуальной модели цилиндра в GeoGebra*

14. Выключаем оси и перемещаем созданный объект с помощью AR в реальный мир. Вращаем точку  $E$  по окружности получаем цилиндр (рис. 18).



*Рисунок 18. Результат демонстрации с использованием AR создания цилиндра*

Далее студентам раздается карточка, для выполнения задания по первоначальному усвоению пройденного материала.

**Задание 1.** Соедини элементы цилиндра с их обозначением

Ось цилиндра	$CB$
Высота цилиндра	$FE$
Образующая цилиндра	$f$
Радиус цилиндра	$DC$

**Задание 2.** Вставь недостающие слова в текст

Цилиндр может быть получен вращением прямоугольника вокруг одной из его сторон. Вы построили цилиндр, вращением прямоугольника \_\_\_\_\_ вокруг стороны \_\_\_\_\_. При этом боковая поверхность цилиндра образуется вращением стороны \_\_\_\_\_ а основания вращением стороны \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

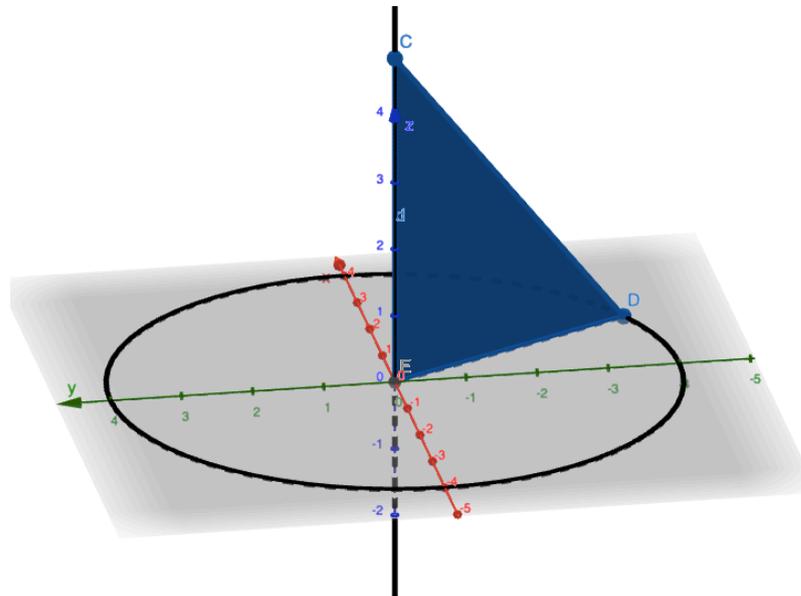
**Задание 3.** Найдите длину образующей цилиндра, учитывая параметры цилиндра вашего построения.

Инструкция по созданию тела вращения «Конус» в приложении GeoGebra:

1. Открываем приложение, переходим в раздел 3D Calculator.
2. На оси аппликат строим точку с координатами  $A(0;0;2)$ .
3. Через точку  $A$  и ось абсцисс проводим перпендикуляр  $f$ .
4. На оси ординат отмечаем точку  $B(0;4;0)$ .
5. Выбираем построение окружности по точки и оси: указываем перпендикуляр  $f$  и точку  $B$ . Построили окружность  $c(f, B)$ .
6. На оси аппликат отмечаем точку  $C(0;0;4)$ .
7. В любом месте на окружности отмечаем точку  $D$ .
8. Ставим точку  $E$  в начале координат  $E(0;0;0)$ .
9. Далее строим отрезки  $DE, CE, CD$ .
10. В инструментах выбираем многоугольник и отмечаем его вершины –  $CED$ .

11. Скромим точки  $A$  и  $B$ .

12. Переходим в параметры построенного нами многоугольника → настройки → оставить след (рис. 19).



*Рисунок 19. Построение виртуальной модели конуса в GeoGebra*

13. Выключаем оси и перемещаем наш объект с помощью AR в реальный мир. Вращаем точку  $D$  по окружности получаем конус (рис. 20).



*Рисунок 20. Результат демонстрации с использованием AR создания конуса*

После выполнения задания на получение конуса, обучающемуся предлагается выполнить следующие задания:

### Задание 1. Соедини элементы конуса с их обозначением

Ось конуса	$CD$
Вершина конуса	$ED$
Образующая конуса	$C$
Радиус конуса	$f$

### Задание 2. Вставь недостающие слова в текст

Конус может быть получен вращением прямоугольного треугольника вокруг одного из его \_\_\_\_\_. Вы построили конус, полученный вращением прямоугольного треугольника \_\_\_\_\_ вокруг катета \_\_\_\_\_. При этом боковая поверхность конуса образуется вращением гипотенузы \_\_\_\_\_, а основание - вращением катета \_\_\_\_\_.

**Задание 3.** Вычислите длину образующей конуса исходя из данных вашего построения.

Переход ко второму комплекту предполагает умение работать с точками в пространстве. Обучающимся предстоит соединить точки с их координатами, а затем выполнить задание, используя объекты, расположенные прямо перед ними.

Инструкция по созданию тела вращения «Шар и сфера» в приложении GeoGebra:

1. Открываем приложение, переходим в раздел 3D Calculator.
2. На оси аппликат строим точку с координатами  $A(0;0;2)$ .
3. Через точку  $A$  и ось абсцисс проводим перпендикуляр  $f$ .
4. На оси ординат отмечаем точку  $B(0;2;0)$ .
5. Выбираем построение окружности по точки и оси: указываем перпендикуляр  $f$  и точку  $B$ . Построили окружность  $c(f, B)$ .
6. Отмечаем на оси аппликат точку  $C(0;0;-2)$ .
7. Ставим на окружности точку  $E$ .
8. Строим секторы  $DAE, DEC$ .



Студенты, выполнившие задания инструкции на построение шара и сферы приступают к решению задач.

**Задание 1.** Вставь в текст пропущенные слова.

Сферой называется поверхность, состоящая из всех точек \_\_\_\_\_, расположенных на \_\_\_\_\_ расстоянии от данной точки.

Данная точка называется центром \_\_\_\_\_, а данное расстояние \_\_\_\_\_ сферы. Любой отрезок, соединяющий центр и какую-нибудь точку \_\_\_\_\_, также называется сферы. \_\_\_\_\_, соединяющий две точки сферы и проходящий через её центр, называется \_\_\_\_\_ сферы.

**Задание 2.** Соотнесите что относится к сфере, а что к шару.

- поверхность, состоящая из всех точек пространства, расположенных на данном расстоянии от данной точки;
- тело, ограниченное сферой;
- круг - осевое сечение;
- тело, полученное вращением полукруга вокруг диаметра;
- поверхность, полученная вращением полуокружности вокруг диаметра.

**Задание 3.** Вычислите объем площади поверхности сферы и объем шара, ограниченного сферой.

Данный материал предоставляет студентам возможность уяснить особенности тел вращения, таких как сфера, шар, цилиндр и конус. Самостоятельное создание базовых конструкций и их воплощение в реальной жизни позволяет студентам непосредственно взаимодействовать с телами вращения, что способствует их глубокому запоминанию и обеспечивает качественную работу с ними в будущем.

Обучающиеся достаточно легко дается изучение данной темы, так как материал ассоциативно и непосредственно связан со многими понятиями, изучаемыми в курсе планиметрии.

В лекционной части занятия целесообразно повторить понятие ГМТ, а также вспомнить понятие окружности и круга, привести примеры. Только после этого приступить к выполнению работы.

После создания сферы, обсудите с обучающимися следующие вопросы: что называют радиусом сферы; что называется диаметром сферы, если ее радиус  $r$  и др. После уточнения моментов, касающихся сферы и шара, переходите к выполнению задания 1-3.

Данный материал предоставляет студентам возможность уяснить особенности тел вращения, таких как сфера, шар, цилиндр и конус. Самостоятельное создание базовых конструкций и их воплощение в реальной жизни позволяет студентам непосредственно взаимодействовать с телами вращения, что способствует их глубокому запоминанию и обеспечивает качественную работу с ними в будущем.

*Методические рекомендации по использованию разработанных учебно-методических материалов:*

1. регулярное включение использования разработанного приложения на этапах работы с условием, анализом и поиском решения задачи или доказательства теоремы;

2. проведение систематических диагностических работ, позволяющих отслеживать в динамике формирование компонентов геометрической подготовки студентов. Примеры таких работ приведены в (Приложении Б).

### *2.3. Оценка эффективности и результаты экспериментального применения иммерсивных технологий в обучении геометрии*

Данный параграф посвящен описанию и анализу экспериментальной работы, которая направлена на внедрение авторской модели проведения

занятий по дисциплине «Математика», а именно, раздела стереометрии с применением технологии дополненной реальности.

Экспериментальная часть исследования проводилась в период с 2022 по 2024 гг. Базой для проведения опытно-экспериментальной работы стал Красноярский институт железнодорожного транспорта, филиал Иркутского государственного университета путей и сообщения. Институт является конкурентоспособным образовательным учреждением, в состав которого входит Красноярский техникум железнодорожного транспорта. Совместная работа указанных образовательных учреждений обеспечивает высокий уровень подготовки специалистов для железнодорожной отрасли и способствует развитию инновационных технологий в образовании. Ежегодно КрИЖТ ИрГУПС организует различные методические конференции, семинары и открытые мероприятия, посвященные проблемам педагогики и дидактики для преподавателей иных учреждений, образовательного характера. Здесь разрабатываются новые методики и технологии, проводятся конкурсы научно-исследовательских и проектных работ обучающихся, а также организуются площадки акселерационных программ. Красноярский техникум железнодорожного транспорта реализует основные программы основного общего и среднего общего образования с акцентом на изучение дисциплин технической направленности. Это позволяет студентам получать качественное образование, соответствующее современным требованиям рынка труда [37].

Разработанная нами методика обучения геометрии с использованием технологии дополненной реальности была апробирована на студентах СПО по специальностям «Монтаж и эксплуатация линий электропередач», группа М.9-22-1 и «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны)», группа ЭПСв.9-22-2.

Целью данного эксперимента является подтверждение преимуществ использования технологии Дополненной реальности в образовательном процессе студентов средних профессиональных учебных заведений при изучении раздела «Стереометрия».

Основные цели педагогического эксперимента:

1. Изучение состояния геометрической подготовки студентов СПО по специальностям «Монтаж и эксплуатация линий электропередач», группа М.9-22-1 и «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны)», группа ЭПСв.9-22-2.

2. Реализация разработанной методики обучения геометрии на основе иммерсивных технологий при изучении раздела «Стереометрия».

3. Проверка основной гипотезы исследования: геометрическая подготовка студентов в условиях применения иммерсивных технологий в учреждениях среднего профессионального образования будет результативной, если:

конкретизированы содержание и структура геометрической подготовки, критерии и уровни сформированности ее компонентов;

выявлен и обоснован дидактический потенциал иммерсивных технологий обучения для осуществления геометрической подготовки;

создана модель геометрической подготовки студентов в учреждениях среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий;

определен набор методов, средств и форм обучения, ориентированных на осуществление геометрической подготовки в условиях применения иммерсивных технологий;

разработан диагностический инструментарий для определения уровня сформированности компонентов геометрической подготовки.

Согласно поставленным целям, экспериментальное исследование включало три этапа: констатирующий, поисковый, формирующий и диагностический.

Также в ходе констатирующего этапа эксперимента для решения поставленных задач была проведена следующая работа:

1. Теоретический анализ учебных планов, рабочих программ по математике, учебно-методических пособий, учебников по математике.

2. Теоретический анализ специальной литературы в области организации геометрической подготовки студентов СПО и применению в обучении геометрии иммерсивных технологий.

3. Анкетирование студентов, беседы с преподавателями дисциплин профессионального цикла и статическая обработка экспериментальных данных.

На первом этапе исследования в ходе констатирующего эксперимента было проведено анкетирование студентов и преподавателей КТЖТ (*Приложение В*). Целью анкетирования студентов являлось отношение к технологии Дополненной реальности с позиции её значимости при внедрении в образовательный процесс. Всего в анкетировании приняли участие 80 студентов, различных специальностей техникума железнодорожного транспорта и 27 преподавателей.

По результатам анкетирования преподавателей было установлено, что педагоги видят потенциал технологии Дополненной реальности в повышении наглядности учебного материала и увеличении вовлеченности студентов в образовательный процесс, они осознают необходимость внедрения новых технологий в образовательный процесс, но испытывают определенные трудности с освоением технологии AR, большинство преподавателей нуждаются в дополнительном обучении и методической поддержке для эффективного внедрения технологии Дополненной реальности в свою педагогическую практику.

Таблица 7.

## Результаты анкетирования студентов в ходе эксперимента

Задаваемые вопросы в ходе анкетирования	Варианты ответов		
	Да	Нет	Затрудняюсь ответить
Знаете ли вы что такое технология дополненной реальности (AR)?	76,3%	23,7%	–
Удавалось ли вам использовать AR на учебных занятиях?	13,7%	86,3%	–
Как вы считаете, использование технологии дополненной реальности может упростить изучение математики?	68,8%	8,8%	22,4%
Как вы считаете важно ли использовать современные технологии (VR, AR, MR) на обучающих занятиях?	95%	5%	–
Было бы вам интересно использовать образовательные AR-приложения на учебных занятиях?	91,3%	1,2%	7,5%

Из приведенной таблицы можно сделать вывод о том, что:

- большинство студентов знакомы с технологией AR, однако лишь небольшая часть имела опыт её использования на учебных занятиях;
- значительная часть студентов отметила, что использование AR может упростить изучение математики;
- подавляющее большинство опрошенных считают важным использовать современные технологии, такие как VR, AR, MR на обучающих занятиях;
- абсолютное большинство студентов выразило интерес к использованию образовательных AR - приложений на учебных занятиях.

Таким образом, результаты анкетирования показывают высокую осведомленность студентов о технологии AR, их положительное отношение к внедрению современных технологий в образовательный

процесс и большой интерес к использованию AR-приложений на занятиях. При этом текущий опыт применения AR в обучении у студентов весьма ограничен.

На этом же этапе нами было проведено еще одно анкетирование преподавателей КТЖТ, целью которого являлось отношение к математике с позиции ее значимости при изучении дисциплин профессионального цикла. В исследовании приняли участие 16 преподавателей специальных дисциплин, что обеспечило репрезентативность выборки. При анкетировании преподавателей было выявлено применение геометрических знаний в дисциплинах профессионального цикла, а также умение студентов применять эти знания при изучении этих дисциплин.

*Таблица 8*

*Результаты анкетирования преподавателей в ходе эксперимента*

Вопрос	Варианты ответов		
	Высокая значимость	Средняя значимость	Низкая значимость
Насколько важны математические знания для освоения вашей дисциплины?	75%	18,75%	6,25%
Как часто вы используете геометрические термины, понятия в преподавании?	62,5%	31,25%	6,25%
Способны ли студенты применять математические знания при решении профессиональных задач?	31,25%	18,75%	50%
Считаете ли вы необходимым усилить геометрическую подготовку студентов?	81,25%	12,5%	6,25%
Какие разделы математики наиболее востребованы в вашей дисциплине?	Геометрия	Алгебра	Статистика
	81,25%	12,5%	6,25%

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- подавляющее большинство преподавателей считают математические знания крайне важными для освоения профессиональных дисциплин;
- геометрические понятия широко используются в преподавании специальных предметов, что подтверждается высокими показателями частого применения;
- способность студентов применять математические знания оценивается преподавателями неоднозначно: половина опрошенных отмечает средний и высокий уровень, а половина склонно к низкому результату, что указывает на необходимость усиления практической направленности математического образования;
- геометрия оказалась наиболее востребованным разделом математики в профессиональных дисциплинах, что подчеркивает значимость при подготовке специалистов железнодорожного транспорта;
- большинство преподавателей поддерживают идею усиления геометрической подготовки студентов, что свидетельствует о необходимости внедрения новых методов обучения.

Объединяя результаты вышепредставленных анкетирований, можно сделать вывод, что математические знания, особенно в области геометрии, играют ключевую роль при освоении профессиональных дисциплин для специальностей технической направленности. Однако существует необходимость усиления практической направленности математического образования, так как способность студентов применять эти знания оценивается неоднозначно. Большинство преподавателей поддерживают идею усиления геометрической подготовки студентов, что согласуется с интересом студентов к использованию современных технологий, таких как AR, в образовательном процессе. Внедрение AR-приложений может не

только упростить изучение математики, но и повысить эффективность обучения в целом, что подтверждается высоким уровнем заинтересованности студентов в использовании этих технологий на учебных занятиях.

Поскольку проведение опытно-экспериментальной работы совпадает с учебным процессом, то контрольная работа на определение уровня сформированности предметных знаний по геометрии за 7-9 класс проводилась в апреле (т.е. сначала изучения блока «Геометрия» в дисциплине «Математика» (Приложение Г). Это позволило установить исходный уровень компонентов геометрической подготовки студентов, оценив их знания геометрических определений, фактов, а также умения применять эти знания на практике.

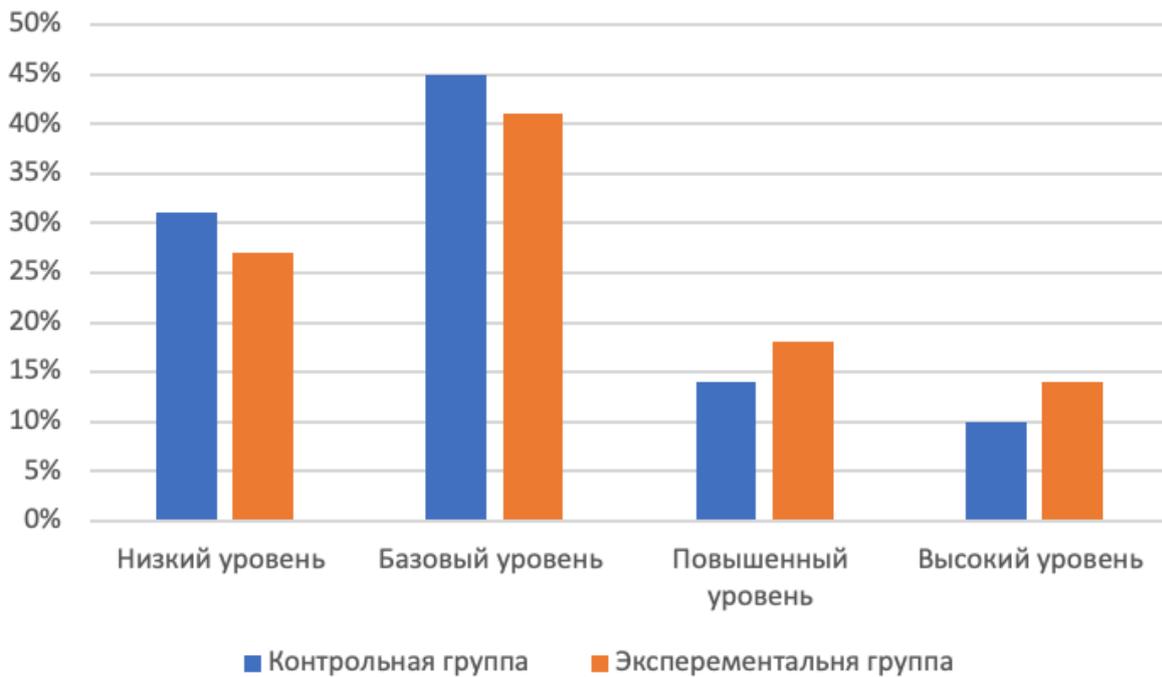
В группах М.9-22-1 и ЭПСв.9-22-2 работы выполняли 100% обучающихся (количество обучающихся в каждой группе совпадает и составляет 22 студента).

*Таблица 9*

*Распределение обучающихся первого курса по уровню сформированности геометрических знаний по математике за 7-9 класс (стартовая диагностика)*

Группа		Низкий уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа ЭПСв. 9-22-2	Кол-во обучающихся	6	9	4	3
	% обучающихся	27%	41%	18%	14%
Контрольная группа М.9-22-1	Кол-во обучающихся	7	10	3	2
	% обучающихся	31%	45%	14%	10%

Для наглядности полученные результаты представлены в виде диаграммы на рис. 23.



*Рисунок 23. Распределение студентов первого курса по уровню сформированности предметных знаний по геометрии за 7-9 классы.*

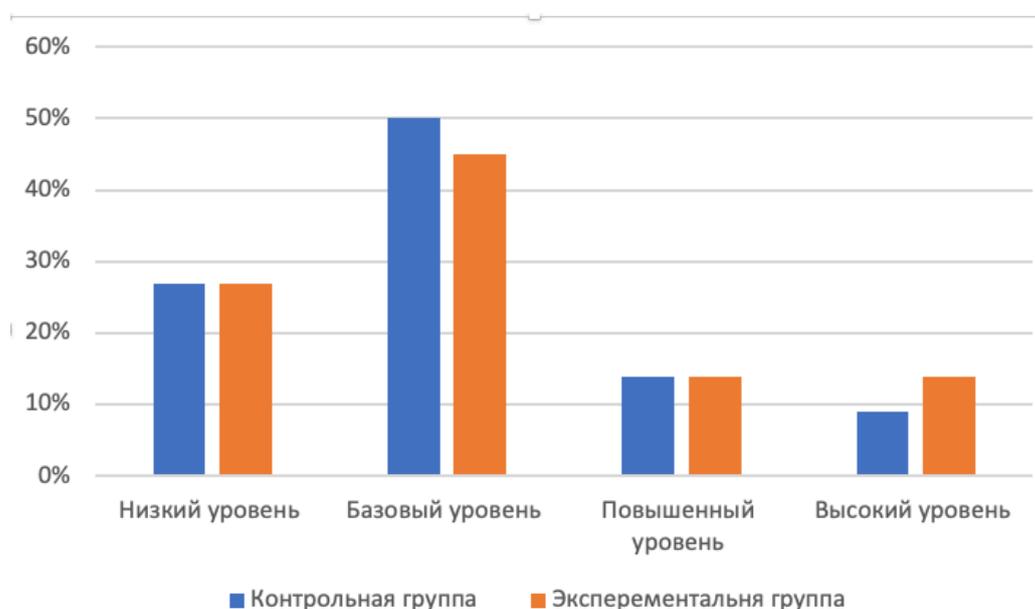
Далее рассмотрим результаты диагностики второго компонента геометрической подготовки – уровня сформированности геометрических умений.

*Таблица 10*

*Распределение обучающихся первого курса по уровню сформированности геометрических умений (стартовая диагностика)*

Группа		Низкий уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа ЭПСв. 9-22-2	Кол-во обучающихся	6	10	3	3
	% обучающихся	27%	45%	14%	14%
Контрольная группа М.9-22-1	Кол-во обучающихся	6	11	3	2
	% обучающихся	27%	50%	14%	9%

Результаты диагностики второго компонента геометрической подготовки также представлены на диаграмме (рис. 24).



*Рисунок 24. Распределение студентов первого курса по уровню сформированности геометрических умений*

Результаты входной работы демонстрируют, что в обеих группах наблюдается схожее распределение обучающихся по уровням сформированности геометрических умений: в обеих группах преобладает базовый уровень, разница составляет 5%; низкий уровень одинаков в обеих группах, также как и повышенный; небольшое различие наблюдается на высоком уровне и составляет 5%.

Таким образом, распределение обучающихся по уровням сформированности геометрических умений в экспериментальной и контрольной группах очень близко, с небольшим преимуществом экспериментальной группы на высоком уровне. Это говорит о сопоставимости групп на начальном этапе исследования и создает хорошую основу для дальнейшего сравнения результатов после проведения экспериментального обучения.

Третий компонент геометрической подготовки – опыт применения геометрических знаний и умений в практической деятельности. Результаты выполнения стартовой работы также были проанализированы и представлены в виде распределения студентов по уровням сформированности данного компонента геометрической подготовки.

Таблица 11

*Распределение обучающихся первого курса по уровню сформированности опыта применения геометрических знаний и умений (стартовая диагностика)*

Группа		Низкий уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа ЭПСв. 9-22-2	Кол-во обучающихся	5	9	5	3
	% обучающихся	22%	42%	22%	14%
Контрольная группа М.9-22-1	Кол-во обучающихся	4	9	6	3
	% обучающихся	18%	42%	26%	14%

Представим результат в виде диаграммы (рис. 25).

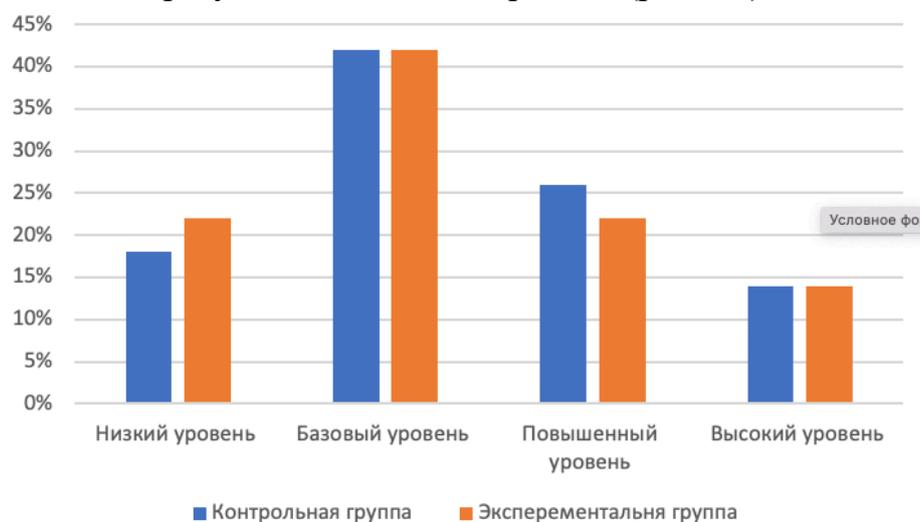


Рисунок 25. Распределение студентов первого курса по уровню сформированности опыта применения геометрических знаний и умений

На основе представленных данных можно сделать следующий анализ результатов выполнения диагностических задач студентами первого курса. В обеих группах - экспериментальной и контрольной - наблюдается схожее распределение уровней сформированности опыта применения геометрических знаний и умений. Наибольшая доля студентов (42% в каждой группе) демонстрирует базовый уровень, что говорит о достаточной подготовке большинства учащихся. При этом суммарно базовый и более высокие уровни показывают 78% студентов в экспериментальной группе и 82% в контрольной, что свидетельствует о хорошем общем уровне подготовки.

Несмотря на небольшие различия (в экспериментальной группе несколько больше студентов с низким уровнем и меньше с повышенным), группы можно считать сопоставимыми на начальном этапе. Это подтверждается одинаковой долей студентов с высоким уровнем (14%) в обеих группах. Такое распределение позволяет проводить дальнейшее сравнение результатов экспериментального обучения, так как исходные условия в группах примерно равны. Важно отметить, что низкий уровень наблюдается у меньшинства студентов (22% и 18% соответственно), что говорит о преобладании в большей степени удовлетворительной подготовки среди первокурсников.

Таким образом, проведенная стартовая диагностика позволила выявить исходный уровень сформированности всех трех компонентов геометрической подготовки студентов первого курса. Полученные данные будут использованы для сравнительного анализа результатов на контрольном этапе эксперимента.

Следующим этапом был поисковый этап эксперимента, целью которого было создание методики обучения раздела геометрии с использованием технологии Дополненной реальности.

На поисковом этапе решались следующие основные задачи:

1. выявление возможности внедрения иммерсивных технологий в процесс обучения математики;
2. разработка и обоснование модели геометрической подготовки студентов СПО с использованием иммерсивных технологий;
3. разработка этапов внедрения иммерсивных технологий в геометрическую подготовку студентов;
4. описание уровней геометрической подготовки студентов СПО;
5. разработка обучающего мобильного AR – приложения по разделу геометрии;
6. разработка геометрических задач с профессиональным контекстом, направленным на формирование умений использовать математические навыки.

В ходе выполнения первой задачи нами была проведена аналитическая работа по изучению возможностей применения иммерсивных технологий (дополненной, виртуальной и смешанной реальности) в обучении математике, в частности, в геометрической подготовке студентов СПО. Были изучены научные публикации, методические разработки, опыт применения AR/VR/MR в образовании. Проведенный анализ показал высокий потенциал использования иммерсивных технологий в образовательной деятельности.

На основе выявленных возможностей применения AR/VR/MR в обучении геометрии была разработана модель геометрической подготовки студентов СПО с использованием иммерсивных технологий. Модель включает следующие компоненты: целевой, содержательный, технологический и результативно-оценочный.

Данная модель легла в основу разработки методики обучения геометрии с применением технологии дополненной реальности, реализованной на формирующем этапе эксперимента.

На основе разработанной модели было определено 6 этапов внедрения иммерсивных технологий в геометрическую подготовку студентов, для решения третьей задачи. Данные этапы были реализованы в ходе формирующего эксперимента.

В результате анализа психолого-педагогической литературы с учетом специфики профессиональной подготовки студентов СПО были сформированы уровни геометрической подготовки по критериям: геометрическая наглядность, геометрические преобразования, работа с геометрическими построениями.

Данные уровни использовались для оценки сформированности геометрической подготовки студентов на констатирующем и контрольном этапах эксперимента.

*Таблица 12*

*Оценка уровней сформированности геометрической подготовки студентов*

Компонент	Проверяемые знания и умения	Уровни сформированности
Знание геометрических определений	Студент воспроизводит основные геометрические определения с ошибками	Низкий
	Студент корректно формулирует большинство геометрических определений	Базовый
	Студент точно и полно формулирует все основные геометрические определения	Повышенный
	Студент свободно оперирует геометрическими определениями, приводит примеры и контрпримеры	Высокий
Владение геометрическими фактами	Студент называет отдельные геометрические факты без их обоснования	Низкий

	Студент формулирует основные геометрические факты и частично их обосновывает	Базовый
	Студент уверенно формулирует и обосновывает большинство геометрических фактов	Повышенный
	Студент свободно оперирует геометрическими фактами, устанавливает связи между ними	Высокий
Умение применять геометрические знания и умения на практике	Студент решает простейшие геометрические задачи по образцу	Низкий
	Студент решает типовые геометрические задачи, применяя известные алгоритмы	Базовый
	Студент решает нестандартные геометрические задачи, комбинируя известные методы	Повышенный
	Студент творчески применяет геометрические знания при решении практических задач	Высокий

В рамках четвертой задачи нами было разработано обучающее мобильное приложение для обучения студентов СПО разделу стереометрии. Разработка данного AR – приложения позволила реализовать на практике возможности иммерсивных технологий для визуализации и изучения геометрических объектов, а также организации самостоятельной работы студентов.

При решении шестой задачи для формирования опыта применения геометрических знаний и умений в профессиональной деятельности были разработаны геометрические задачи, связанные с будущей специальностью студентов, представленные в п. 2.1. данной работы.

Таким образом, на поисковом этапе эксперимента была проделана значительная работа по созданию методической основы для внедрения иммерсивных технологий в геометрическую подготовку студентов СПО.

Были определены возможности и обоснована модель применения AR, VR, MR, разработаны этапы внедрения, сформированы уровни геометрической подготовки, создано обучающее AR – приложение и подготовлены профессионально – ориентированные геометрические задачи. Все это позволило перейти к формирующему этапу эксперимента, в ходе которого данные разработки были реализованы в учебном процессе.

На данном этапе исследование нами была проведена серия обучающих занятий с применениями форм, методов, средств, подробно описанных в п. 1.3. настоящей работы. Основной акцент был сделан на использовании технологии Дополненной реальности в образовательном процессе.

В рамках эксперимента, было организовано обучение с применением технологии Дополненной реальности. На трех уроках в качестве обучающего инструмента было использовано мобильное приложение собственной разработки «GeoVision AR: визуализируй геометрию будущего». Данное приложение служило ключевым обучающим инструментом, позволяющим наглядно демонстрировать геометрические образы.

Особый интерес у обучающихся вызвало занятие, посвященное построению сечений многогранников (*Приложение Д*). Использование дополненной реальности позволило студентам визуализировать два ключевых метода построения сечения многогранников: метод следов и метод параллельного переноса, такой подход значительно повысил вовлеченность обучающихся в учебный процесс и способствовало заинтересованности в учебном материале.

По результатам опроса (*Приложение Е*) обучающихся на этапе рефлексии было установлено, что большинство обучающихся (63,6%) чувствовали себя комфортно и понимали материал, в то время как треть класса (31,8%) столкнулась с некоторыми трудностями, но проявила

усердие. Лишь небольшая часть студентов (4,5%) испытывала значительные затруднения. Данные показатели свидетельствуют об успешном проведении учебного занятия.

При работе с мобильным AR – приложением проблемы возникли лишь у двоих опрошенных. Также обучающиеся высоко оценили потенциал AR в изучении стереометрии, особенно отметив возможность наглядного представления пространственных отношений (63,6%), экспериментирования с различными вариантами сечений (59,1%) и рассмотрения фигур со всех сторон (54,5%).

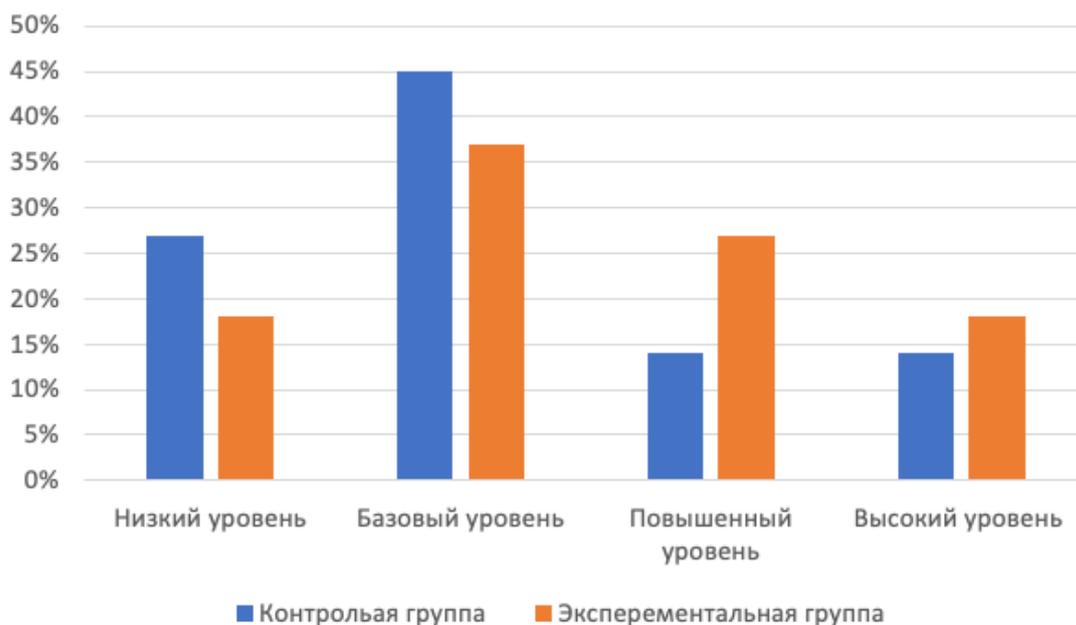
В рамках реализации итогового этапа эксперимента, нами было проведено заключительное тестирование для оценки уровня усвоения материала и сравнения результатов с начальным этапом. Обучающимся групп ЭПСв.9-22-2 и М.9-22-1 по завершении изучения раздела геометрии была предложена итоговая диагностическая работа по стереометрии (*Приложение Ж*). Работу выполнили 100% обучающихся в обеих группах.

Таблица 13

Результаты распределения студентов первых курсов по уровню сформированности геометрических знаний  
(итоговая диагностика)

Группа		Низкий уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа ЭПСв. 9-22-2	Кол-во обучающихся	4	8	6	4
	% обучающихся	18%	37%	27%	18%
Контрольная группа М.9-22-1	Кол-во обучающихся	6	10	3	3
	% обучающихся	27%	45%	14%	14%

Представим значения данной таблице в виде диаграммы на рис. 26.

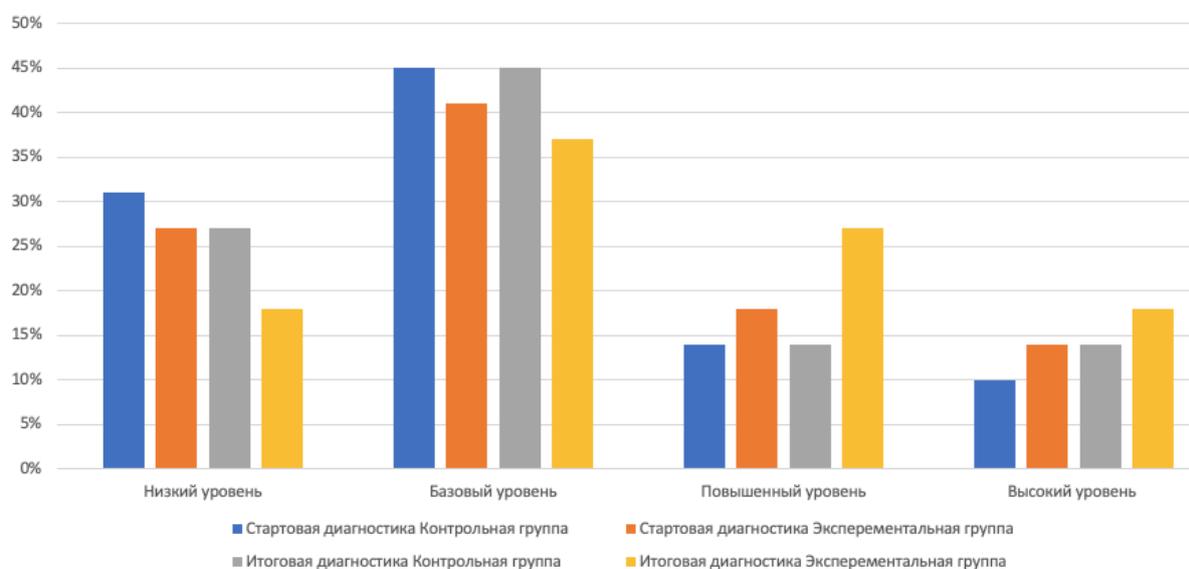


*Рисунок 26. Распределение студентов первого курса по уровню сформированности геометрических знаний по результатам итоговой диагностики*

По результатам итоговой диагностики в экспериментальной группе наблюдается более равномерное распределение студентов по уровням сформированности геометрических знаний. Наибольшая доля студентов (37%) демонстрирует базовый уровень, при этом 45% студентов достигли повышенного и высокого уровней. В контрольной группе преобладает базовый уровень (45%), а доля студентов с повышенным и высоким уровнями составляет 28%.

Сравнение результатов входного контроля и итоговой диагностики (рис. 27): в экспериментальной группе наблюдается значительное улучшение результатов. Доля студентов с низким уровнем знаний снизилась с 27% до 18%, в то время как доля студентов с повышенным уровнем увеличилась с 14% до 27%, а с высоким уровнем - с 14% до 18%. В контрольной группе изменения менее выражены. Доля студентов с низким уровнем осталась неизменной (27%), незначительно снизилась

доля студентов с базовым уровнем (с 50% до 45%), при этом немного увеличилась доля студентов с высоким уровнем (с 9% до 14%).



*Рисунок 27. Сравнение результатов входной и итоговой диагностики по уровню сформированности геометрических знаний*

Рассмотрим второй компонент диагностической подготовке – геометрические умения.

*Таблица 14*

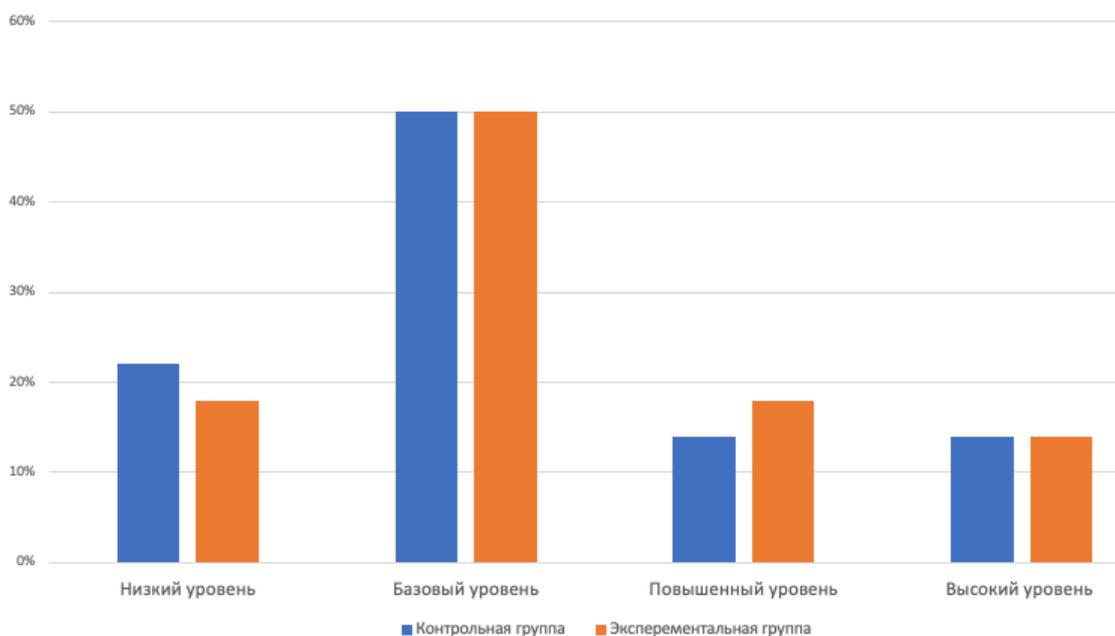
Результаты распределения студентов первых курсов по уровню сформированности геометрических умений

*(итоговая диагностика)*

Группа		Низкий уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа ЭПСв. 9-22-2	Кол-во обучающихся	4	11	4	3
	% обучающихся	18%	50%	18%	14%
Контрольная группа М.9-22-1	Кол-во обучающихся	5	11	3	3
	% обучающихся	22%	50%	14%	14%

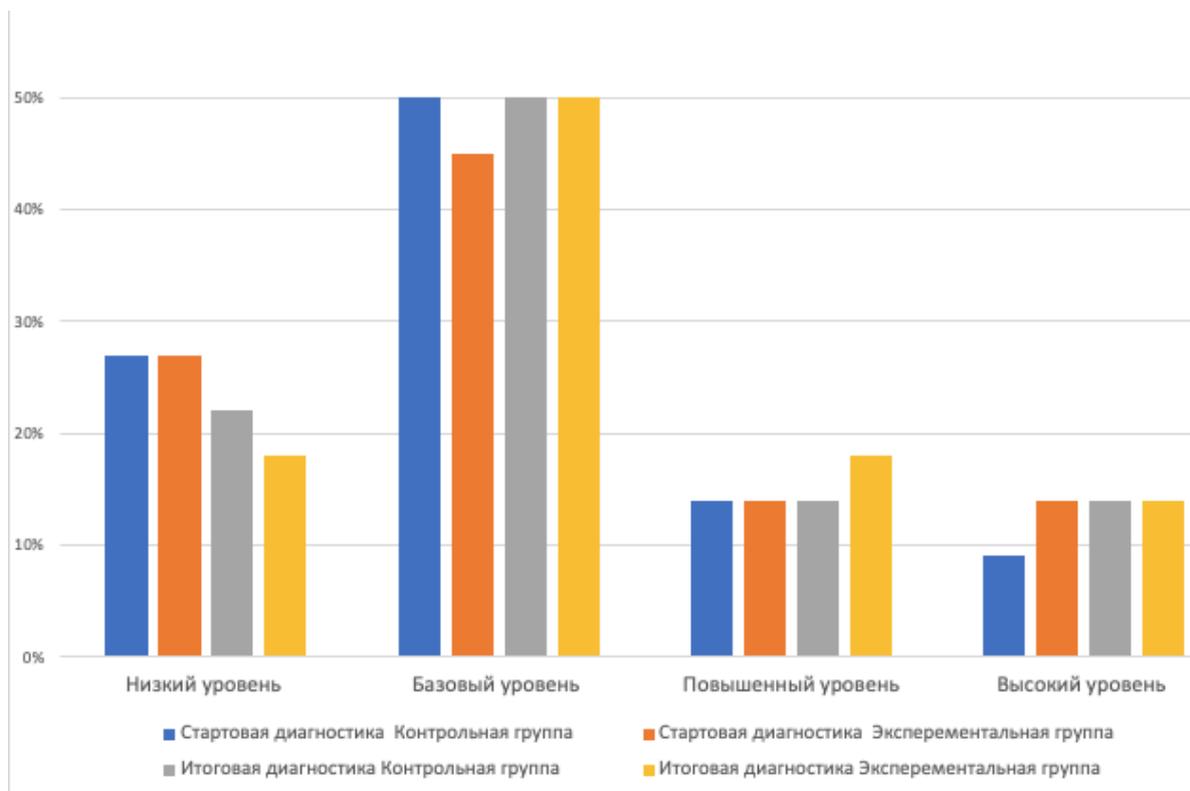
Сравнение экспериментальной и контрольной групп показывает, что в экспериментальной группе несколько меньше студентов с низким

уровнем (18% против 22%) и больше с повышенным уровнем (18% против 14%). Доля студентов с базовым и высоким уровнями в обеих группах одинакова (рис. 28).



*Рисунок 28. Распределение студентов первого курса по уровню сформированности геометрических умений по результатам итоговой диагностики*

Сравнивая результаты итоговой диагностики с входным контролем, можно отметить положительную динамику в обеих группах. В экспериментальной группе ЭПСв. 9-22-2 доля студентов с низким уровнем уменьшилась с 27% до 18%, а доля студентов с базовым уровнем увеличилась с 45% до 50%. Также наблюдается рост доли студентов с повышенным уровнем с 14% до 18% (рис. 29).



*Рисунок 29. Сравнение результатов входной и итоговой диагностики по уровню сформированности геометрических умений*

В контрольной группе М.9-22-1 также заметно улучшение результатов: доля студентов с низким уровнем снизилась на 5%, а доля студентов с высоким уровнем увеличилась с 9% до 14%. При этом доля студентов с базовым и повышенным уровнями осталась неизменной. В целом, обе группы показали прогресс в формировании геометрических умений, с несколько более выраженной положительной динамикой в экспериментальной группе.

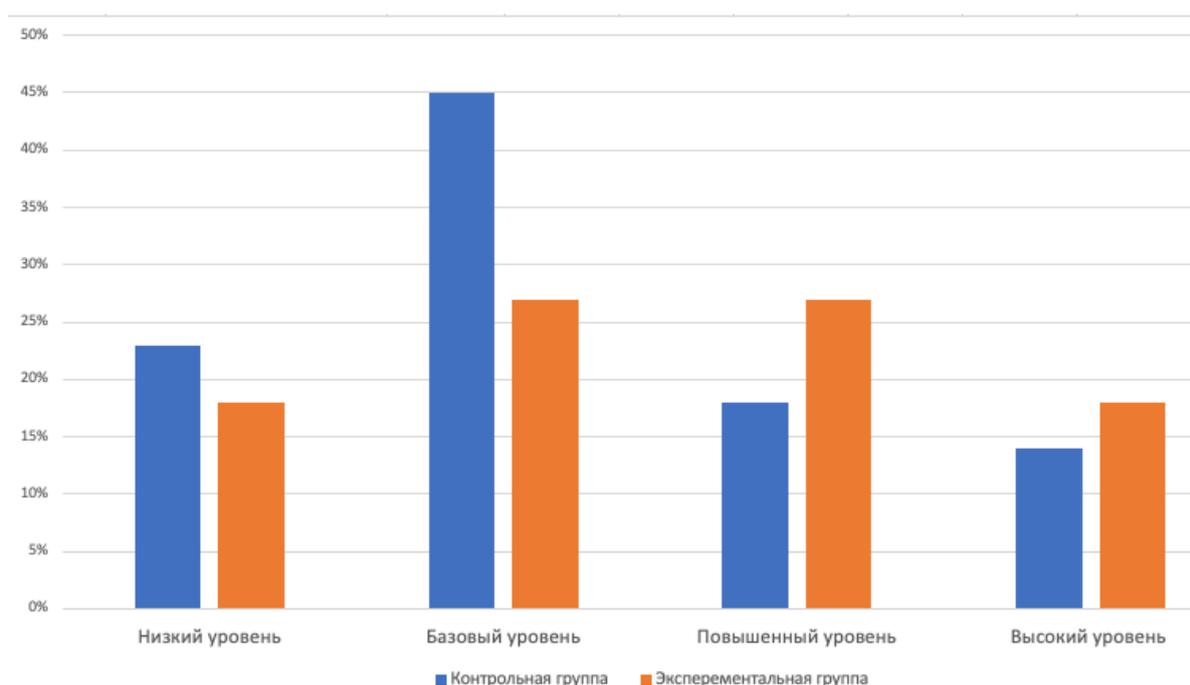
Опыт применения геометрических знаний и умений в практической деятельности рассматривался как третий компонент геометрической подготовки.

*Таблица 15*

*Распределение обучающихся первого курса по уровню сформированности опыта применения геометрических знаний и умений (итоговая диагностика)*

Группа		Низкий уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа ЭПСв. 9-22-2	Кол-во обучающихся	4	8	6	4
	% обучающихся	18%	27%	27%	18%
Контрольная группа М.9-22-1	Кол-во обучающихся	5	10	4	3
	% обучающихся	23%	45%	18%	14%

Результаты итоговой диагностики показывают, что в экспериментальной группе наблюдается более равномерное распределение обучающихся по уровням сформированности опыта применения геометрических знаний и умений. В контрольной группе большинство студентов демонстрируют базовый уровень, с меньшим количеством на повышенном и высоком (рис. 30).



*Рисунок 30. Распределение студентов первого курса по уровню сформированности опыта геометрических знаний и умений по результатам итоговой диагностики*

При сравнении с результатами входной диагностики можно отметить положительную динамику в экспериментальной группе. Произошло

снижение количества студентов на низком уровне и увеличение на повышенном и высоком уровнях. В контрольной группе наблюдается незначительное увеличение числа студентов на низком и базовом уровнях при одновременном снижении на повышенном уровне (рис. 31).

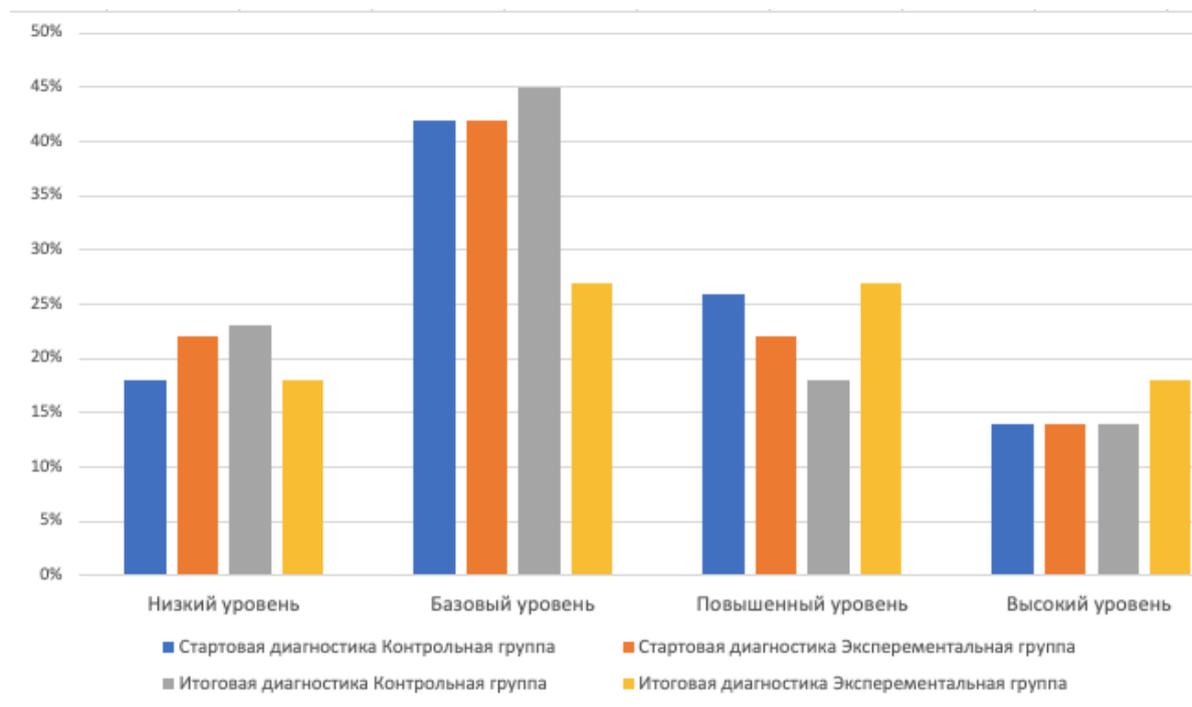


Рисунок 31. Сравнение результатов входной и итоговой диагностики по уровню сформированности опыта геометрических знаний и умений

Таким образом, итоговая диагностика демонстрирует более существенный прогресс в экспериментальной группе по сравнению с контрольной.

Анализ полученных данных эксперимента позволяет сделать вывод: о преимуществе применения технологии Дополненной реальности в процессе обучения студентов учреждений среднего профессионального образования на занятиях по разделу «Стереометрия».

## Выводы по 2 главе

Во второй главе данного исследования были рассмотрены методические аспекты геометрической подготовки студентов среднего профессионального образования с использованием иммерсивных технологий.

Проведенный анализ показал, что традиционные методы обучения геометрии не в полной мере отвечают современным требованиям и потребностям цифрового поколения. Студенты СПО часто испытывают трудности в визуализации пространственных объектов и применении геометрических знаний на практике. Это обуславливает необходимость внедрения инновационных подходов, в частности, с применением иммерсивных технологий.

В ходе исследования были конкретизированы цели геометрической подготовки студентов СПО и определено ее содержание с учетом профессионального контекста. Особое внимание было уделено разработке профессионально ориентированных геометрических задач, которые позволяют связать абстрактные математические концепции с реальными практическими ситуациями.

Авторами была разработана методика обучения геометрии на основе использования технологии дополненной реальности. Данная методика включает в себя различные формы, методы и средства обучения, направленные на формирование всех компонентов геометрической подготовки студентов. Ключевым элементом методики стало мобильное приложение «GeoVision AR: визуализируй геометрию будущего», позволяющее создавать интерактивные 3D-модели геометрических объектов и выполнять с ними различные действия.

Проведенный педагогический эксперимент подтвердил эффективность разработанной методики. Результаты итоговой диагностики показали, что в экспериментальной группе, где применялись

иммерсивные технологии, наблюдается более значительный прогресс в формировании геометрических знаний, умений и опыта их применения по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, использование технологии дополненной реальности в геометрической подготовке студентов СПО способствует повышению наглядности учебного материала, развитию пространственного мышления и визуально-аналитических способностей обучающихся. Это, в свою очередь, положительно влияет на качество усвоения геометрических знаний и умений, а также на формирование опыта их применения в профессиональной деятельности.

Проведенное исследование открывает перспективы для дальнейшего изучения возможностей иммерсивных технологий в математическом образовании, а также для разработки методических рекомендаций по их внедрению в учебный процесс учреждений среднего профессионального образования.

## Заключение

Геометрическая подготовка студентов среднего профессионального образования является важной составляющей его профессиональной подготовки. Внедрение иммерсивных технологий в процесс обучения геометрии позволяет повысить качество обучения и уровень образовательных результатов. Однако для этого необходимо создавать условия, в которых студенты будут понимать необходимость освоения системы геометрических фактов и решения задач.

Проведенное исследование по проблеме использования иммерсивных технологий обучения в геометрической подготовке студентов среднего профессионального образования в соответствии с поставленными задачами позволило получить следующие результаты:

1. Выявлено, что геометрическая подготовка обучающихся СПО есть комплекс мероприятий, направленных на формирование у студентов устойчивых знаний, умений и навыков в области геометрии. Этот комплекс включает в себя как теоретические аспекты, такие как изучение основных геометрических понятий, теорем и методов доказательства, так и практические - применение геометрических методов в решении профессионально ориентированных, прикладных задач, моделирование и визуализация геометрических объектов с использованием современных программных средств. Это многогранное понятие, отражающее важность овладения геометрическими знаниями и навыками для современного специалиста.

2. Доказано, что иммерсивные технологии в обучении геометрии студентов в СПО, содержательной основой которого выступают задания с профессиональным контекстом (учебно-предметные, учебно-практические, учебно-исследовательские), обладает дидактическим потенциалом, необходимым для организации результативной геометрической подготовки студентов СПО, который выражается в

направленности целей, содержания, методов обучения и контроля результатов обучения геометрии на создание условий для освоения компонентов геометрической подготовки. Комплекс задач исследовательской направленности разработан с учетом требований доступности, профессиональной направленности, соответствия целям обучения геометрии

3. Разработана модель геометрической подготовки в условиях использования иммерсивных технологий, включающая целевой, содержательный, технологический и результативно-оценочный блоки. Разработано мобильное приложение «GeoVision AR: визуализируй геометрию будущего», поддерживающее иммерсивность обучения геометрии.

4. Определены цели и содержание обучения геометрии, обогащенное заданиями с профессиональным контекстом, описаны методы и формы их реализации, ориентированные на положительную динамику уровня сформированности компонентов геометрической подготовки студентов СПО.

5. Создана методика использования иммерсивных технологий обучения, которая была реализована в 2023-2024 учебном году в ходе педагогического эксперимента среди студентов 1 курса в Красноярском институте железнодорожного транспорта, филиале Иркутского государственного университета путей и сообщения в процессе изучения раздела «Стереометрия».

В результате все поставленные в данном исследовании задачи решены, цель достигнута, выдвинутая гипотеза исследования экспериментально подтверждена.

По теме данного исследования опубликовано три статьи в сборниках материалов конференций.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в поиске возможностей адаптации разработанной методики при обучении всем разделам дисциплин математического цикла; в совершенствовании содержания, форм, средств обучения и оценки уровня сформированности компонентов геометрической подготовки студентов СПО; совершенствование разработанного мобильного приложения и продвижение его на рынок образовательных услуг.

### Библиографический список

1. Аешина, Е. А. Анализ результатов тестирования по планиметрии учащихся 10–11 классов г. Дудинка Красноярского края / Е. А. Аешина, Д. Р. Матюшкин // Тенденции развития образования: педагог, образовательная организация, общество – 2021, Чебоксары, 13 августа 2021 года. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2021. – С. 73-76.
2. Адамова Л. Е., Варламов О. О. Применение миварных технологий для внедрения в инженерном и экономическом образовании индивидуальных траекторий студентов //Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – №. 1 (93). – С. 18-34.
3. Азевич А.И. Иммерсивные технологии как средство визуализации учебной информации, 2020, №2 (52), С. 35-43.  
<https://doi.org/10.25688/2072-9014.2020.52.2.04>
4. Азевич, А. И. Иммерсивные технологии обучения: пространство возможностей / А. И. Азевич // Горизонты и риски развития образования в условиях системных изменений и цифровизации: Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции в 2-ух частях, Москва, 25 января 2020 года. Том Ч. 1.. – Москва: Некоммерческое партнерство "Международная академия наук педагогического образования", 2020. – С. 227-230.
5. АЛЬ М. Х. С. Х. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ //Интеграция науки и образования в XXI веке: психология, педагогика, дефектология. – 2016. – С. 93-107.
6. Асланов Р. Э. Инновационные подходы к информатизации образования: роль и влияние технологии виртуальной реальности //Редакционная коллегия. – 2023.

7. Асланов Р. Э. и др. Информатизация профессионального образования через внедрение модели центра иммерсивных технологий //Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2023. – Т. 20. – №. 1. – С. 78-92.
8. Белоусова А. И. и др. Подход к формированию многоуровневой модели мультиагентной системы с использованием миваров //Перспективы науки. – 2011. – №. 5. – С. 57-61.
9. Бодин О. Н., Кузьмин А. В., Митрошин А. Н. Разработка визуальной модели сердца для обучения студентов-медиков //Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2007. – №. 2. – С. 3-10.
10. Болбаков Роман Геннадьевич, Мордвинов Владимир Александрович, Сеницын Анатолий Васильевич СМЕШАННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ КАК ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС // Образовательные ресурсы и технологии. 2020. №4 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/smehannaya-realnost-kak-obrazovatelnyy-resurs> (дата обращения: 02.12.2023).
11. Боровцова Т. Е. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТЕРЕОМЕТРИИ //Новое образование для устойчивого развития Енисейской Сибири. – 2022. – С. 23-28.
12. Варламов О. О., Васюгова С. А., Никитин М. М. Новые возможности использования технологий виртуальной реальности и трехмерной визуализации моделей в образовании //Информация и образование: границы коммуникаций. – 2011. – №. 3. – С. 72-74.
13. Васюгова С. А., Варламов О. О. Информационное общество: исследование перспектив и проблем интеграции человека с

- компьютером. Технологическая сингулярность как новый этап обучения в образовании //Информация и образование: границы коммуникаций. – 2011. – №. 3. – С. 30-33.
14. Внедрение дополненной реальности (AR) в обучение. Часть #4 AR и геймификация. // ARGUMENT URL: <https://argument.digital/blog/vnedrenie-dopolnenoj-realnosti-ar-v-obuchenie-chas4-ar-i-gejmifikaciya/> (дата обращения: 30.04.2024).
15. Волкова Надежда Павловна Философское образование согласно Платону и Плотину // НУПОТНЕКАИ. 2019. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/filosofskoe-obrazovanie-soglasno-platonu-i-plotinu> (дата обращения: 18.05.2024).
16. Волкова Д. Д., Марголина Н. Л., Сидоренко А. А. Формирование начальных понятий по стереометрии в средней школе //Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин. – 2022. – С. 103-106.
17. Воробьева И.А., Лыков Д.Д., Выявление причин и закономерностей неусваемости и не восприятия теоретического материала учеником. // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. №6-4. С. 18-21.
18. Выготский Л. С. Проблема обучения и умственного развития в школьном возрасте //Психологическая наука и образование. – 1996. – Т. 1. – №. 4. – С. 5-18.
19. Гаврилова Т. А. и др. Маркерная технология дополненной реальности как средство развития геометрической грамотности: эффективность и когнитивная нагрузка //Перспективы науки и образования. – 2022. – №. 6 (60). – С. 535-553.
20. Гвоздев А. С. и др. Концепция применения тренажеров на основе иммерсивных сред в системе профессиональной подготовки специалистов аэрокосмического профиля //Перспективы развития

- двигателестроения: материалы междунар. науч.-техн. конф. им. НД Кузнецова (21–23 июня 2023 г.): в 2 т.-Текст: электронны. – 2023.
21. Горбачев, В. И. Модельный подход формирования учебной геометрической деятельности / В. И. Горбачев // Фундаментальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования : Сборник тезисов докладов международной научной конференции, Елец, 30 сентября – 02 2022 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2022. – С. 113-118.
22. Гриншкун А. В., Левченко И. В. Возможные подходы к созданию и использованию визуальных средств обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2017. – Т. 14. – №. 3. – С. 267-272.
23. Гриншкун А. В. Терминологические особенности изучения технологии дополненной реальности при обучении информатике // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2016. – №. 4 (38). – С. 93-100.
24. Гунтур М. Я. С., Сетьянингрум В. Эффективность дополненной реальности в обучении Вектор для улучшения навыков пространственного и решения проблем студентов // Международный журнал интерактивных мобильных технологий. - 2021. - Т. 15. – №. 5.
25. Далингер, В. А. Методика обучения стереометрии посредством решения задач : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Далингер. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 370 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04873-5. — Текст : электронный //

- Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515273> (дата обращения: 12.01.2024).
26. Далингер, В.А. Обучение математике на основе когнитивно – визуального подхода [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека «Киберленинка». – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-matematike-na-osnove-kognitivno-vizualnogo-podhoda> . Дата обращения: (11.01.2024).
27. Дахин А. Н. Методологические основы педагогического моделирования // Педагогический профессионализм как фактор развития современного образования. – 2005. – С. 82-90.
28. Джалмукашев Д. А. ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА СТЕРЕОМЕТРИИ В 11 КЛАССЕ // Актуальные проблемы современного образования. – 2021. – №. 8. – С. 134-139.
29. Дополненная реальность на уроке [Электронный ресурс]. URL: [https://kopilkaurokov.ru/informatika/meropriyatia/dopolnennaia\\_realnost\\_na\\_uroke](https://kopilkaurokov.ru/informatika/meropriyatia/dopolnennaia_realnost_na_uroke) (дата обращения: 28.04.2021)
30. Дреготень Н. М. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОННЫМ ОБУЧАЮЩИМ СИСТЕМАМ // ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ. – 2022. – С. 58-59.
31. Дреготень Н.М., Инновационные технологии в образовании. // Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2022. С. 36-38.
32. Зайкин Р. М. О видовой дифференциации математических профессионально ориентированных задач // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – №. 4-1. – С. 204-207.
33. Иммерсивные технологии: что это, области применения // VirtRe URL: <https://virtre.ru/articles/virtual-reality/immersivnye-texnologii-cto-eto-oblasti-primeneniya.html>

34. Кириллова, С. В. Конструктивно-геометрическая подготовка учащихся V - VI классов / С. В. Кириллова // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. – 2003. – № 5. – С. 179-186
35. Корнеева Н.Ю., Уварина Н.В. Иммерсивные технологии в современном профессиональном образовании // Современное педагогическое образование. 2022. №6. URL: С. 17-22., с. 180
36. Котов Г.С. Иммерсивный подход в образовании: возможности и проблемы реализации / Г.С. Котов // Проблемы современного педагогического образования. - 2021. - № 73-1. -С.179-181.
37. Красноярский институт железнодорожного транспорта // ИРГУПС URL: <https://www.irgups.ru/krizht> (дата обращения: 15.03.2024).
38. Краснянский М. Н., Попов А. И., Обухов А. Д. Математическое моделирование адаптивной системы управления профессиональным образованием // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – №. 2. – С. 196-208.
39. Кузнецов К. А., Мутханна А. С. А. МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕТЯХ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022). – 2022. – С. 627-631.
40. Куликов, Ю. А. Применение технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности: размеры рынка и перспективы развития / Ю. А. Куликов // Транспрофессионализм как предиктор социально-профессиональной мобильности молодежи : Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, Нижний Тагил, 29 января 2019 года / Под научной редакцией Э.Ф. Зеера, В.С. Третьяковой. – Нижний Тагил: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2019. – С. 401-402.

41. Левицкий М. Л., Гриншкун А. В. Иммерсивные технологии: способы дополнения виртуальности и возможности их использования в образовании // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2020. – №. 3 (53). – С. 21-25.
42. Лернер Павел Семёнович Обучение и образование: синонимы или разные понятия? // Школьные технологии. 2011. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-i-obrazovanie-sinonimy-ili-raznye-ponyatiya> (дата обращения: 18.05.2024).
43. Маклаева, Э. В. Этапы формирования и развития пространственных представлений обучающихся в процессе обучения математике / Э. В. Маклаева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 94.
44. Махмудов М.Э., Занаева З.С., Абдулаев И.Х. Использование иммерсивных технологий в образовании // Образование будущего» Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. № 2022. С. 98-102. URL: <https://backlib.gstou.ru/articles/RLahnctMOy2WHlam5rGfDQyOtpGlitZDrVFsvN2Q.pdf> (дата обращения: 13.06.2024). DOI: 10.34708/GSTOU.2022.89.71.022
45. Мировой рынок иммерсивной реальности – тренды и прогноз на 2024-2033 гг. // Global CIO URL: [https://globalcio.ru/discussion/37797/#:~:text=—%20GlobalCIO%7CDigitalExpertsМировой%20рынок%20иммерсивной%20реальности%20%20тренды,прогноз%20на%202024%2D2033%20гг.&text=Объем%20мирового%20рынка%20технологий%20иммерсивной,\(2024%2D2033%20гг.\)](https://globalcio.ru/discussion/37797/#:~:text=—%20GlobalCIO%7CDigitalExpertsМировой%20рынок%20иммерсивной%20реальности%20%20тренды,прогноз%20на%202024%2D2033%20гг.&text=Объем%20мирового%20рынка%20технологий%20иммерсивной,(2024%2D2033%20гг.)) (дата обращения: 20.02.2024).

46. Муравьева А. А., Олейникова О. Н. Иммерсивное обучение-технология будущего или временное увлечение? // Казанский педагогический журнал. – 2023. – №. 1 (156). – С. 120-129.
47. Нагорнова А. Ю. и др. Развитие современного вуза: новые методы и технологии. – 2021.
48. Никаноркина Н. В. Профессионально ориентированные задачи как средство осуществления профессионально направленного обучения математике студентов экономических вузов / Н. В. Никаноркина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 13 (72). — С. 276-279. — URL: <https://moluch.ru/archive/72/12300/> (дата обращения: 21.06.2024).
49. Николаев В.А., Николаев А.А. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ, ДОПОЛНЕННОЙ И СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2020. №2 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-i-perspektivy-ispolzovaniya-tehnologiy-virtualnoy-dopolnennoy-i-smeshannoy-realnosti-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii> (дата обращения: 19.05.2024).
50. Перельман Я. И. Практические занятия по геометрии. – Рипол Классик, 2013.
51. Печникова Н. В., Мойко Н. В., Купцов А. Н. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ // УНИВЕРСИТЕТСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ. – 2012. – С. 323-325.
52. Подкосова Я. Г., Васюгова С. А., Варламов О. О. Новые возможности и ограничения технологий виртуальной реальности для проведения научных исследований, трехмерной визуализации результатов

- моделирования и создания миварных обучающих систем и тренажеров //Труды Научно-исследовательского института радио. – 2011. – №. 2. – С. 13-23.
- 53.Половченко, М. А. использование VR в образовании / М. А. Половченко // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Т. 8, № 5-1(31). – С. 36-42.
54. Поташник М. М., Левит М. В. Видимость науки //Директор школы. – 2016. – №. 2. – С. 49.
- 55.ПЧЕЛЬНИКОВА Я. Н. А. Н. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ СИТУАЦИИ В ОБЛАСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10-11 КЛАССОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ //Будущее науки-2020. – 2020. – С. 77-80.
- 56.Рыжик В. Время разбрасывать камни? // Учебно-методическая газета «Математика». Первое сентября. 2005. №5. С.11-15
- 57.Сальный Р. В. Как преодолеть клиповое мышление школьников //Воспитательная работа в школе. – 2016. – №. 7. – С. 59.
- 58.Сальный Р. В. Методы преодоления «клипового мышления» школьников //Школьные технологии. – 2013. – №. 5. – С. 119-130.
- 59.Селиванов В.В., Селиванова Л.Н. Эффективность использования виртуальной реальности при обучении в юношеском и взрослом возрасте [Электронный ресурс] // Непрерывное образование: XXI век. URL: <https://11121.petrso.ru/journal/article.php?id=2729> (дата обращения: 17.07.2022)
- 60.Сергеев С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды / С.Ф. Сергеев. - М.: Народное образование, 2008. - 434 с., с. 84
- 61.Сечение // Студворк URL: <https://studwork.ru/spravochnik/cherchenie/sechenie> (дата обращения: 21.03.2024).

62. Сидорук, Р. М. Модернизация геометрической и графической подготовки студентов технических вузов с учетом требований ИПИ - технологии / Р. М. Сидорук, Л. И. Райкин, А. Д. Филинских // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2008. – № 4. – С. 91-93.
63. Смешанная реальность: где и как ее применяют // [lpgenerator.ru](http://lpgenerator.ru) URL: <https://lpgenerator.ru/blog/chto-takoe-smeshannaya-realnost/> (дата обращения: 21.03.2024).
64. Снегурова В. И., Подходова Н. С., Орлов В. В. Особенности отбора и реализации содержания школьного курса математики // Известия Российского государственного педагогического университета им. АИ Герцена. – 2018. – №. 190. – С. 175-182.
65. Соколова, Л. С. Геометрическая подготовка бакалавров в современных условиях / Л. С. Соколова // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. – 2016. – Т. 1. – С. 326-332.
66. СТРОНГИНА Н. Р. О комплексном подходе к изучению фундаментальных математических и профильных дисциплин на основе модельных задач // Наукосфера. – 2021. – №. 3-2. – С. 100-108.
67. Терехова, М. С. Решение задач координатным методом в школьном курсе математики / М. С. Терехова, Н. В. Иванчук // 21 век: фундаментальная наука и технологии : Материалы IX международной научно-практической конференции North Charleston, USA, 30–31 мая 2016 года / н.-и. ц. «Академический». Том 2. – North Charleston, USA: CreateSpace, 2016. – С. 62-65.
68. Уткина Т. И., Уткин А. А. Обеспечение качества геометрической подготовки будущего бакалавра педагогического образования. – 2017.
69. ФГОС СПО . — Текст : электронный // ФГОС : [сайт]. — URL:

- <https://fgos.ru/search/spo/> (дата обращения: 23.04.2024).
70. Хукаленко Ю. С., Бажина П. С., Земцов Д. И. Иммерсивные технологии в школьном образовании: по итогам всероссийской программы апробации // Перспективы науки и образования. – 2022. – №. 3 (57). – С. 338-353.
71. Шабанова М.В. Геометрические абстракции в реальном пространстве: новые возможности для обучения стереометрии. // Семинар по МПМ. 2022. URL: <https://youtu.be/ZhBiouDh3qE> (дата обращения: 30.10.2022).
72. Шевченко, М. Н. Графо-геометрическая подготовка школьников как педагогическая проблема / М. Н. Шевченко, О. Н. Шевченко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 01–03 февраля 2017 года / Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – С. 1089-1091.
73. Шитов Сергей Борисович Инновационное образование в формирующемся обществе знаний // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2009. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnoe-obrazovanie-v-formiruyuschemsya-obschestve-znaniy> (дата обращения: 18.05.2024).
74. Щербатых, С. В. Применение иммерсивных технологий в математическом образовании / С. В. Щербатых, М. С. Артюхина // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2023. – Т. 12, № 1(42). – С. 9-13. – DOI 10.57145/27128474\_2023\_12\_01\_01.
75. Экспертиза длиной в 600 км: как российские компании используют иммерсивные технологии в сфере добычи углеводородов // ИСТОВЫЙ ИНЖЕНЕР URL: <https://virtre.ru/articles/virtual-reality/immersivnye-texnologii-chto-eto-oblasti-primeneniya.html>

76. Юманов, П. Н. Рабочая программа УП.04 / П. Н. Юманов. — Текст : электронный // argues : [сайт]. — URL: [https://www.irgups.ru/eis/for\\_site/about\\_educational\\_programs/rpd/5/122888\\_rpd\\_2023\\_08\\_02\\_10\\_och\\_signed.pdf](https://www.irgups.ru/eis/for_site/about_educational_programs/rpd/5/122888_rpd_2023_08_02_10_och_signed.pdf) (дата обращения: 23.06.2024).
77. AR in education: 10 use cases, examples & implementation tips // transition URL: <https://www.itransition.com/augmented-reality/education> (дата обращения: 10.02.2024).
78. GeoGebra [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.geogebra.org>, свободный. — (дата обращения: 07.11.2023).
79. Hewson E.R.F. Students' Emotional Engagement, Motivation and Behaviour Over the Life of an Online Course: Reflections on Two Market Research Case [Электронный ресурс] // Journal of Interactive Media in Education. 2018. № 1. P. 10. URL: <https://jime.open.ac.uk/articles/10.5334/jime.472/> (дата обращения: 19.09.2023)
80. Mixed Reality in Education: How Mixed Reality Helps with Learning in K-12 Classroom // Straive. 2022. 31 March. URL: <http://www.straive.com/blogs/mixed-reality-in-education-how-mixed-reality-helps-with-learning-in-K-12-classroom> (дата обращения 25.09.2023).
81. Perkinscoie XR Industry Insider 2021 XR Survey [Электронный ресурс]. URL: <https://www.perkinscoie.com/content/designinteractive/xr2021/> (дата обращения: 30.08.2023)
82. Su Y. S., Cheng H. W., Lai C. F. Study of virtual reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning // Frontiers in psychology. — 2022. — Т. 13. — С. 760418

83. Tang Y. M., Au K. M., Leung Y. Comprehending products with mixed reality: Geometric relationships and creativity //International Journal of Engineering Business Management. – 2018. – Т. 10. – С. 1847979018809599.
84. UNITY // URL: <https://unity.com/ru> (дата обращения: 05.11.2023).
85. Vuforia Engine URL: <https://developer.vuforia.com> (дата обращения: 01.11.2023).

## Приложение А

### Рабочая программа дисциплины УП.04 Математика блок геометрии

Тема 12. Координаты и векторы		
	Содержание учебного материала	
41	Прямоугольная (декартова) система координат в пространстве. Формула расстояния между двумя точками.	2
42	Уравнение сферы, плоскости, прямой.	2
43	Векторы. Модуль вектора. Равенство векторов. Сложение векторов. Умножение вектора на число. Разложение вектора по направлениям. Угол между двумя векторами.	2
44	Проекция вектора на ось. Координаты вектора. Скалярное произведение векторов.	2
	Практическое занятие	
45	Использование координат и векторов при решении задач.	2
Тема 13. Прямые и плоскости в пространстве		
	Содержание учебного материала	
46	Аксиомы стереометрии и простейшие следствия из них. Взаимное расположение двух прямых в пространстве. Параллельность прямой и плоскости. Признак параллельности прямой и плоскости.	2
47	Определение и признак параллельности плоскостей. Свойства параллельных плоскостей.	2
48	Определение и признак перпендикулярности прямой и плоскости. Связь между параллельностью и перпендикулярностью прямых и плоскостей.	2
49	Наклонная к плоскости и ее проекция. Теорема о перпендикуляре и наклонных. Теорема о трех перпендикулярах. Угол между прямой и плоскостью. Теорема о свойстве угла прямой с плоскостью.	2
50	Двугранный угол. Угол между плоскостями. Перпендикулярность двух плоскостей. Решение задач.	2
51	Геометрические преобразования пространства: параллельный перенос, симметрия относительно плоскости. Параллельное проектирование. Площадь ортогональной проекции. Изображение пространственных фигур.	2
	Практическое занятие	

52	Решение задач по теме: Прямые и плоскости в пространстве.	2
	Содержание учебного материала	
53	Решение задач на нахождение углов и расстояний в пространстве. Самостоятельная работа.	2
Тема 14. Многогранники		
	Содержание учебного материала	
54	Вершины, ребра, грани многогранника. Развертка. Многогранные углы. Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера. Призма. Прямая и наклонная призма. Правильная призма.	2
	Практическая работа	
55	Вычисление основных элементов параллелепипедов. Параллелепипед. Куб. Формулы площади боковой и полной поверхности призмы, параллелепипеда.	2
	Содержание учебного материала	
56	Пирамида. Правильная пирамида. Усеченная пирамида. Тетраэдр. Формулы площади боковой и полной поверхности пирамиды. Сечение куба, призмы и пирамиды. Представление о правильных многогранниках.	2
	Практическое занятие	
57	Вычисление основных элементов пирамиды.	2
Тема 15. Тела и поверхности вращения		
	Содержание учебного материала	
58	Цилиндр. Основание, высота, боковая поверхность, образующая, развертка. Осевые сечения и сечения, параллельные основанию.	2
59	Конус. Основание, высота, боковая поверхность, образующая, развертка. Осевые сечения и сечения, параллельные основанию. Усеченный конус.	2
60	Шар и сфера, их сечения. Касательная плоскость к сфере.	2
Тема 16. Измерения в геометрии		
	Содержание учебного материала	
61	Объем и его измерение. Интегральная формула объема. Формулы объема куба, 2 прямоугольного параллелепипеда, призмы, цилиндра.	2
62	Формулы объема пирамиды и конуса.	2
63	Формулы площади поверхностей цилиндра и конуса.	2

64	Формулы объема шара и площади сферы. Подобие тел. Отношение площадей поверхностей и объемов подобных тел.	2
65	Решение задач на нахождение объемов и площадей поверхности многогранников.	2
	Практическое занятие	
66	Решение задач на нахождение объемов и площадей поверхности многогранников.	2
	Содержание учебного материала	
67	Решение задач на нахождение объемов и площадей поверхности тел вращения.	2
	Практическое занятие	
68	Решение задач на нахождение объемов и площадей поверхности тел вращения.	2
	Содержание учебного материала	
69	Решение задач на нахождение объемов и площадей поверхности тел вращения.	2

## Приложение Б

### Диагностическая работа по теме «Координаты и векторы»

Инструкция по выполнению работы

Работа состоит из 3 заданий. На выполнение заданий отводится 60 минут.

**Задание 1:** Даны векторы  $a = (2, -1, 3)$  и  $b = (-1, 2, 0)$ .

Найдите: а)  $a + b$  б)  $2a - 3b$  в) Скалярное произведение  $a \cdot b$

**Задание 2:** Даны векторы  $c = (1, 2, 2)$  и  $d = (3, -1, 1)$ .

Найдите: а) Длину вектора  $c$  б) Угол между векторами  $c$  и  $d$

**Задание 3:** В кубе  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$  с ребром длины 2 начало координат совпадает с вершиной  $A$ , ось  $x$  направлена по ребру  $AB$ , ось  $y$  – по ребру  $AD$ , ось  $z$  – по ребру  $AA_1$ .

Найдите координаты: а) Точки  $C_1$  б) Центра куба

## Диагностическая работа по теме «Теорема о трех перпендикулярах»

### Инструкция по выполнению работы

Работа состоит из 3 заданий. На выполнение заданий отводится 90 минут.

**Задание 1:** Сформулируйте теорему о трех перпендикулярах и объясните ее геометрический смысл.

**Задание 2:** Дана прямоугольная призма  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ . Точка  $M$  – середина ребра  $BB_1$ . Докажите, что  $AM \perp (ABC)$ .

**Задание 3:** В кубе  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$  точка  $K$  – середина ребра  $CC_1$ . Докажите, что прямая  $AK$  перпендикулярна прямой  $BD_1$ .

**Задание 4:** В правильной четырехугольной пирамиде  $SABCD$  сторона основания равна  $a$ , а боковое ребро образует с плоскостью основания угол  $\alpha$ . Найдите расстояние от вершины  $S$  до диагонали основания  $AC$ .

**Задание 5:** В правильной треугольной призме  $ABCA_1 B_1 C_1$  сторона основания равна  $a$ , а высота призмы равна  $h$ . Найдите угол между прямой  $AA_1$  и плоскостью  $BB_1 C$ .

*Анкета преподавателей*

Насколько важны математические знания для освоения вашей дисциплины?

- Низкая значимость
  - Средняя значимость
  - Высокая значимость
- 

Как часто вы используете геометрические термины, понятия в преподавании?

- Никогда или очень редко
  - Встречаются
  - Очень часто
- 

Способны ли студенты применять математические знания при решении профессиональных задач?

- Да
  - Не во всех ситуациях
  - Нет
- 

Считаете ли вы необходимым усилить геометрическую подготовку студентов?

- Да
- Было бы хорошо
- Нет

Какие разделы математики наиболее востребованы в вашей дисциплине? \*

- Геометрия
- Алгебра
- Статистика

### *Анкета обучающихся*

Знаете ли вы что такое технология дополненной реальности (AR)? \*

- Да
- Нет

Удавалась ли вам использовать AR на учебных занятиях? \*

- Да
- Нет

...

Как вы считаете, с какой целью можно использовать приложения с AR? \*

- С целью развлечения
- С целью обучения
- с целью маркетинга и торговли
- с целью оживления культурных объектов и памятников
- с целью визуализации проектов и планировки интерьеров
- Другое...

Как вы считаете важно ли использовать современные технологии (VR, AR, MR) на обучающих занятиях?

- Да
- Нет

Было бы вам интересно использовать образовательные AR-приложения на учебных занятиях?

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

...

Хотели бы вы сами научиться создавать приложения с поддержкой Дополненной реальности

- Было бы интересно
- Скорее да, чем нет
- Скорее нет, чем да
- Мне это неинтересно

**Входная диагностическая работа по геометрии 1 курс**

Инструкция по выполнению работы

Работа состоит из 4 частей, включающих в себя 11 заданий. Часть 1 содержит 5 заданий низкого уровня сложности с кратким ответом. Часть 2 содержит 2 задания базового уровня сложности. Часть 3 состоит из 2 заданий повышенной сложности. Часть 3 состоит из 2 заданий высокой сложности.

На выполнение работы отводится 1,5 часа.

Ответы к заданиям 1-5 записываются в правом столбце, напротив соответствующего задания. При выполнении заданий 6-11 требуется записать полное решение и ответ на отдельном листе. Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

*Часть 1. Тестовые задания (по 1 баллу за каждый правильный ответ)*

1. Какая из следующих фигур является четырехугольником?  
а) Трапеция б) Эллипс в) Пятиугольник г) Окружность
2. Чему равна сумма углов треугольника?  
а)  $90^\circ$  б)  $180^\circ$  в)  $270^\circ$  г)  $360^\circ$
3. Какое из следующих утверждений верно для прямоугольного треугольника?  
а) Все углы равны  
б) Имеет два прямых угла  
в) Гипотенуза - наименьшая сторона  
г) Квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов
4. Что такое медиана треугольника?  
а) Отрезок, соединяющий вершину с серединой противоположной стороны

б) Перпендикуляр, опущенный из вершины на противоположную сторону

в) Отрезок, делящий угол пополам

г) Отрезок, соединяющий середины двух сторон

5. Какая из следующих фигур имеет центральную симметрию?

а) Равнобедренный треугольник

б) Прямоугольник

в) Правильный пятиугольник

г) Окружность

*Часть 2. Вычислительные задачи (по 2 балла за каждую задачу)*

6. В равнобедренном треугольнике  $ABC$  с основанием  $AC$  известно, что  $AB = 10$  см, а угол при вершине  $B$  равен  $120^\circ$ . Найдите длину основания  $AC$ .

7. Площадь прямоугольника равна  $48 \text{ см}^2$ . Одна из его сторон на 4 см больше другой. Найдите стороны прямоугольника.

*Часть 3. Задачи на доказательство (по 3 балла за каждую задачу)*

8. Докажите, что диагонали ромба взаимно перпендикулярны.

9. Докажите, что если в треугольнике два угла равны, то он является равнобедренным.

*Часть 4. Задачи на обоснование (по 4 балла за каждую задачу)*

10. В окружности проведены две хорды  $AB$  и  $CD$ , пересекающиеся в точке  $E$ . Докажите, что  $AE \cdot EB = CE \cdot ED$ .

11. Дан прямоугольный треугольник  $ABC$  с прямым углом  $C$ . На гипотенузе  $AB$  выбрана точка  $D$  так, что  $CD \perp AB$ . Докажите, что  $CD^2 = AD \cdot DB$ .

## Приложение Д

### Конспект занятия по дисциплине «Математика» по теме «Сечение куба, призмы и пирамиды»

<i>Этапы</i>	<i>Действие преподавателя</i>	<i>Действие студента</i>
<i>Организационный этап (5 мин)</i>	Доброе утро, уважаемые обучающиеся! Давайте отметим посещение. Подскажите, пожалуйста, кого сегодня нет.	Здороваются с преподавателям, перечисляют отсутствующих.
<i>Актуализация знаний (8 мин)</i>	Сегодня мы начнем изучение новой темы, но прежде давайте вспомним некоторые важные понятия. Кто может сказать, что такое куб? А призма? Пирамида? Отлично! Теперь приведите, пожалуйста, примеры этих геометрических тел в окружающем нас мире. Хорошо! А теперь давайте вспомним основные свойства этих фигур. Кто может назвать характерные особенности куба? А призмы? Пирамиды? Молодцы! Эти знания нам сегодня очень пригодятся.	Отвечают на вопросы преподавателя, приводят примеры из жизни, вспоминают и озвучивают определения и свойства
<i>Постановка цели и задач занятия. Мотивация учебной деятельности (10 мин)</i>	Сегодня мы будем изучать тему Сечение куба, призмы и пирамиды. Запишите, пожалуйста, эту тему в свои тетради. Умение строить сечения геометрических тел очень важно не только в математике, но и в реальной жизни. Например, архитекторы и инженеры часто используют сечения при проектировании зданий и механизмов. Наша цель на сегодняшнем уроке - научиться строить сечения этих геометрических тел. Как вы думаете, где вам могут пригодиться эти знания в будущем?	Записывают тему урока, слушают и задают вопросы, задумываются, где данная тема применяется в их будущей профессии, приводят примеры, формулируют личные цели изучения темы
<i>Усвоение нового материала (25 мин)</i>	Итак, что же такое сечение? Сечение - это фигура, получающаяся при пересечении геометрического тела плоскостью. Давайте рассмотрим, как строятся сечения на примере куба. Вот у меня в руках модель куба. Если мы проведем плоскость через три точки на ребрах куба, не лежащие на одной прямой, мы получим сечение. Обратите внимание, как я это делаю (каждый этап построения обосновывается	Слушают объяснение, записывают основные моменты, задают уточняющие вопросы, записывают алгоритм,

	<p>преподавателем). Теперь давайте посмотрим на призму. Здесь принцип похожий, но нужно учитывать, что основания призмы могут быть разной формы. И наконец, пирамида. В случае с пирамидой важно помнить о ее вершине и ребрах, идущих к основанию. Я сейчас покажу вам несколько примеров на доске. Следите внимательно и задавайте вопросы, если что-то непонятно. Давайте с вами вместе сформулируем алгоритм построения сечений.</p>	<p>предложенный преподавателем.</p>
<p><i>Первичное закрепление усвоенных знаний (20 мин)</i></p>	<p>Теперь, когда мы разобрали основные принципы построения сечений, давайте попробуем применить эти знания на практике. Я предлагаю вам несколько простых задач, для этого вам необходимо открыть приложение «GeoVision AR: визуализируй геометрию будущего» и перейти в раздел «Сечения», там мы видим задачи на построение сечения методом следов и параллельного переноса. Ваша задача, открыть данные задачи, детально рассмотреть рисунок с помощью мобильного AR-приложения и выполнить эти задания, обратите внимания, что в трех задачах уже есть построение по шагам, но вам необходимо правильно описать их, обосновывая свое решение.</p>	<p>Запускают приложение, решают предложенные задачи, фиксируют объяснения своих действий в тетрадях, возникшие вопросы уточняют у преподавателя</p>
<p><i>Закрепление материала (15 мин)</i></p>	<p>Вы уже проделали немаленькую работу, в начале урока я вас спрашивала о важности изучения данной темы, были ответы о применении в вашей будущей сфере, но на вопрос: где конкретно? Вы мне так и не ответили. Предлагаю вам разделиться на мини группы по 3-4 человека и решить следующую задачу: <i>В грузовом вагоне в форме прямоугольного параллелепипеда <math>ABCD A_1 B_1 C_1 D_1</math> перевозится сферический резервуар для топлива. Центр сферы находится в точке <math>O</math>, лежащей на диагонали <math>AC_1</math> параллелепипеда. Построить сечение вагона плоскостью, проходящей через точки <math>M</math>, <math>N</math> и <math>K</math>, где <math>M</math> - середина ребра <math>AA_1</math>, <math>N</math> - точка на ребре <math>BB_1</math>, а <math>K</math> - точка на грани <math>BCC_1 B_1</math></i></p>	<p>Разбиваются на группы, приступают к решению задачи и оформлению каждого шага решения.</p>

*Рефлексия (7 мин)*

Предлагая вам сделать небольшие выводы по сегодняшнему занятию и ответить на вопросы, представленные в опросе. Пожалуйста, отсканируйте QR-код и заполните форму.



Студенты сканируют QR-код и заполняют форму.

Рефлексивный опрос по завершении занятия по теме «Сечение куба, призмы и пирамиды»



- 1. На уроке мне было комфортно и всё понятно
- 2. У меня не всё получилось, но я старался/старалась
- 3. На уроке мне было трудно, ничего не понятно

---

Возникали ли у вас трудности при работе с мобильным AR - приложением? \*

- Да
- Нет

---

Какой аспект использования AR-технологии вы считаете наиболее полезным для изучения стереометрии? \*

- Возможность рассмотреть фигуру со всех сторон
- Наглядное представление пространственных отношений
- Возможность экспериментировать с различными вариантами сечений

### **Итоговая диагностическая работа по блоку стереометрии**

Инструкция по выполнению работы

Работа состоит из 6 заданий разной сложности.

На выполнение теста отводится 1,5 часа.

При выполнении заданий 1-6 требуется записать полное решение и ответ на отдельном листе. Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

1. Рассчитайте объем грузового вагона, имеющего форму параллелепипеда, если известно, что длина – 13920 мм, ширина – 3230 мм и высота – 3468 мм. (1 балл)



2. Рассчитайте объем бункера для угля на железнодорожной станции, который имеет форму призмы, если известны его габариты: высота – 6355 мм, ширина – 6600 мм, высота – 6035 мм. (1 балл)



3. Найдите объем железнодорожного резервуара для воды, имеющего форму цилиндра, если радиус основания равен 1,5 метра, а высота 4 метра. (1 балл)



4. Определите общий объем подвижного состава поезда, состоящего из 4 вагонов различных форм:



- цистерна (цилиндр): радиус 1,2 м, длина 12 м; (1 балл)
- крытый вагон (параллелепипед): 14 м x 2,8 м x 2,5 м; (1 балл)
- платформа (параллелепипед): 13,5 м x 2,9 м x 0,4м; (1 балл)
- хоппер (усеченная пирамида): нижнее основание 2,8 м x 2,7 м, верхнее основание 2,8 м x 1,5 м, высота 2,3. (1 балл)

5. В грузовом вагоне в форме прямоугольного параллелепипеда  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$  перевозится сферический резервуар для топлива. Центр сферы находится в точке  $O$ , лежащей на диагонали  $AC_1$  параллелепипеда. Построить сечение вагона плоскостью, проходящей через точки  $M, N$  и  $K$ , где  $M$  - середина ребра  $AA_1$ ,  $N$  - точка на ребре  $BB_1$ , а  $K$  - точка на грани  $BCC_1 B_1$ . (3 балла).