

**ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. В.Г. ТИМИРЯСОВА»**

*На правах рукописи*

**Кубеков Раис Ринатович**

**РАЗВИТИЕ ДЕТСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА  
СРЕДСТВАМИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

5.8.1. Общая педагогика, история педагогики и образования

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата педагогических наук

Научный руководитель:

доктор педагогических наук, доцент

Т. А. Челнокова

Казань, 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава I. Теоретическое обоснование развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования .....</b>	<b>20</b>
1.1. Развитие детского технического творчества как проблема научного исследования.....	20
1.2. Общая характеристика системы дополнительного образования детей и подростков .....	38
1.3. Проектирование модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования.....	58
<b>Выводы по первой главе.....</b>	<b>84</b>
<b>Глава II. Экспериментальная проверка модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования.....</b>	<b>90</b>
2.1. Описание организации экспериментального исследования.....	90
2.2. Программа курса по обучению 3D-моделированию в системе дополнительного образования.....	109
2.3. Оценка результативности модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования.....	125
<b>Выводы по второй главе.....</b>	<b>153</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>157</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>167</b>
<b>Приложения.....</b>	<b>204</b>

## Введение

**Актуальность исследования.** XXI век – это век науки и технических изобретений. Технический прогресс развивается быстрыми темпами, охватывая все стороны жизни общества, что требует от человека высокого уровня готовности к включению в изобретательскую деятельность, а также в деятельность, связанную с активным использованием достижений современной науки и техники. Такая подготовка должна начинаться уже на этапе школьного обучения. Наличие интереса у современных детей и подростков к техническим новшествам, их быстрая адаптация и раннее взаимодействие со смартфонами, глобальной сетью «Интернет», а также другими техническими устройствами и современными технологиями определяют необходимость целенаправленного руководства взрослыми процессом их обучения по образовательным программам технической направленности. Таким образом, процесс включения детей и подростков в разнообразные виды технической деятельности становится актуальной задачей научного исследования. Обоснование сущностных характеристик, психолого-педагогических механизмов развития личности ребенка в процессе включения его в педагогически организуемое взаимодействие с техническими устройствами, изобретениями, информацией, программными продуктами выступает востребованным направлением научного поиска.

Необходимость развития способностей и познавательного интереса обучающихся к техническому творчеству, начиная с детства, определяет актуальность создания целостной системы дополнительного и общего образования, предполагая наличие не только государственных, но и частных организаций, осуществляющих процесс приобщения детей и подростков к техническому творчеству. Формирование разветвленной системы дополнительного образования позволит воспитать человека, готового жить в эпоху технического прогресса, сформировать в нем стремление к саморазвитию и самообразованию в области технического творчества и инноваций.

Сегодня в системе дополнительного образования активно проводятся занятия по робототехнике, радиоэлектронике, 3D-моделированию, программированию, нейро-технологиям, интернету вещей и многому другому. Многообразие программ дополнительного образования в области IT-технологий, инженерного и технического образования в целом, усиливают требования к исследованию условий эффективности их преподавания в работе с детьми и подростками. Качество программ дополнительного образования может стать основой эффективного развития обучающегося как социального субъекта цифровой эпохи. Развитие способностей ребенка к техническому творчеству в процессе освоения новых устройств, оборудования, программ в организациях дополнительного образования становится актуальным направлением научного исследования.

Для решения задачи повышения эффективности развития детского технического творчества необходим анализ современного состояния системы дополнительного образования, особенностей ее развития, осуществление подготовки педагогических кадров, способных приобщать обучающихся к современным технологиям, используя при этом современные методы и формы обучения. Повышая процент охвата обучающихся системой дополнительного образования, государство выполняет актуальные задачи, связанные с подготовкой будущих кадров, готовых решать самые сложные технологические и социальные задачи. Опыт работы учреждений дополнительного образования может быть аккумулирован в систему общего образования, погружение ребенка в образовательные программы технической направленности – одно из значимых направлений его развития, открывающего новые ресурсы личности в творческой деятельности. В ресурсном развитии личностных способностей к техническому творчеству особую роль играют новые организационные формы внеурочной деятельности (технопарки, кванториумы). Процесс приобщения к техническому творчеству детей и подростков заложен в стратегических и технологических инициативах, принятых на государственном уровне – например, Указ Президента

Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», Указ Президента Российской Федерации от 25.04.2022 г. № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий», «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года» и другие; реализуется во всероссийских, региональных конкурсах технической и творческой направленности – фестиваль «Rukami». «Проектория», «Билет в будущее», «Мастерята», «Олимпиада НТИ» и другие.

Проблема развития детского технического творчества не является новой для научных исследований, однако темпы и значимость технического прогресса вносят изменения в требования к образовательным программам, реализуемым в системе дополнительного образования. Осуществление заданных требований в области развития технического творчества обучающихся делает актуальной тему настоящего исследования. Оно базируется на основе анализа работ по проблемам технического творчества и творчества в целом, проблемам организации воспитательно-образовательного процесса в системе дополнительного образования, передовой педагогической практики в приобщении детей и подростков к техническому творчеству.

**Степень разработанности проблемы исследования.** Реализация процесса развития детского технического творчества в системе дополнительного образования исследовалась разносторонне и активно.

Изучением технического творчества и трудовой деятельности обучающихся занимались В.Е. Алексеев [3], П.Н. Андрианов [14], Э.Ф. Зеер [97], В.Д. Путилин [14], З.А. Литова [144], М.А. Степанчикова [187] и др.; теории и концепции развития творческих способностей представлены в работах П.К. Энгельмейера [304], Д.Б. Богоявленской [39], Л.С. Выготского [55], А.Т. Шумилина [299], Н. Когана [341], Э.П. Торренса [340] и др.; вопросом развития системы дополнительного образования, детского

технического творчества занимались В.А. Горский [69], А.П. Ляликов [150], Л.Б. Малыхина [153], Ю.С. Столяров [242], В.А. Березина [32], О.В. Дедюхина [79], Г.В. Найдено [181], С.К. Никулин [191], Э.В. Самойленко [226], С.С. Зенов [100] и др.; история формирования и развития системы дополнительного образования в аспекте технического творчества представлена в трудах Ю.С. Столярова [241], Н.Н. Ярцева [314], Е.В. Смольникова [235] и др.

Исследование процесса подготовки молодежи к техническому творчеству осуществляется с позиций социального заказа общества к образовательной системе. В работах М.И. Алиева [5], В.Н. Михелькевича [174], Д. Шимшека [291] и других рассматриваются интегральные технологии обучения методам технического творчества и системы подготовки к техническому творчеству детей и подростков. Теории системного подхода к социальному и профессиональному самоопределению учащихся развивались С.Н. Чистяковой [284], политехнического образования – П.Р. Атутовым [23], В.А. Поляковым [209], В.Д. Верескуном [50], непрерывного обучения – И.Я. Лернером [138], В.В. Краевским [126], В.С. Ледневым [136].

Проблематика теории творчества и креативности представлена в трудах В.А. Сухомлинского [245], Е.П. Ильина [178], Л.С. Выготского [55]. Проблемы изобретательской деятельности и стандартизации процесса детского технического творчества изучали Г.С. Альтшуллер [7], Г.Я. Буш [45], С.К. Никулин [187] и др.

Концепции оптимизации обучения и гармоничного развития личности представлены в трудах Ю.К. Бабанского [169], В.Г. Разумовского [217], М.Н. Скаткина [232], М. Монтессори [176], Р. Штайнера [292] и др.

Теории формирования и развития качеств личности, необходимых для осуществления творческой деятельности, представлены в исследованиях Б.Г. Ананьева [11], Д.Б. Богоявленской [39], Н.В. Мартишиной [183], Т.В. Кудрявцева [130], А.Н. Леонтьева [137], Я.А. Пономарева [210],

Л.А. Щербаковой [301], С.А. Новоселова [193], Т.А. Челноковой [276], Л.Ю. Сироткина [231].

Анализ педагогических условий развития навыков технического творчества дается в работах А.В. Андрейчука [13], М.С. Новоселовой [194], Д.А. Махотина [166], Е.А. Демидовой [80], М.К. Романченко [220], А.И. Карманчикова [115], М.М. Шалашовой [289] и др.

Особое значение для настоящего исследования также имеют труды ученых по общеметодологическим и педагогическим аспектам системно-деятельностного (Л.С. Выготский [55], П.Я. Гальперин [61], А.Г. Асмолов [20], А.Н. Леонтьев [137], Д.Б. Эльконин [303], О.С. Тоистева [248] и др.), компетентностного (И.А. Зимняя [102], В.И. Байденко [27], А.М. Деркач [82], А.В. Хуторской [268], В.В. Краевский [126] и др.), личностно-ориентированного (В.В. Сериков [229], Н.А. Алексеев [4], М.А. Аكوпова [2], И.С. Якиманская [309] и др.) подходов в обучении.

В настоящее время проблема детского технического творчества получает развитие в научных публикациях, однако сложность и многогранность современных технологий предполагает необходимость новых исследований в этой области. Анализ указанных выше источников позволил сформулировать **противоречия**, определяющие необходимость нашего исследования:

– между объективной потребностью общества в высококвалифицированных инженерных кадрах, IT-специалистах, обладающих компетенциями в области технического творчества, наличие которых необходимо для эффективного решения профессиональных задач и недостаточным уровнем их развития у современных детей и подростков;

– между наличием интереса у детей и подростков к современным техническим устройствам и технологиям, присущей им готовности включиться во взаимодействие с ними и отсутствием исследований о влиянии этого факта на развитие их технических и творческих способностей;

– между активным включением курсов по современным направлениям

обучения в IT-сфере, в том числе по 3D-моделированию и компьютерной графике, в образовательное пространство организаций дополнительного образования и недостаточностью теоретического обоснования их возможностей в развитии детского технического творчества;

– между числом новых и апробированных временем педагогических технологий, форм, методов обучения и недостаточной обоснованностью их возможностей в развитии технического творчества детей и подростков в обучении 3D-моделированию.

Исходя из выявленных противоречий, была сформулирована **проблема исследования**: какова педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования?

В соответствии с этим была сформулирована **тема нашей диссертации** «Развитие детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования».

**Цель исследования**: разработать, теоретически обосновать и экспериментально проверить педагогическую модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования.

**Объект исследования**: детское техническое творчество в организациях дополнительного образования.

**Предмет исследования**: развитие технического творчества у детей и подростков в организациях дополнительного образования средствами 3D-моделирования.

**Гипотеза исследования**. Эффективность развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования будет обеспечена, если:

– определены и обоснованы сущность понятия «детское техническое творчество», составные компоненты развития способностей к техническому творчеству у детей и подростков средствами 3D-моделирования;



– обоснована дидактическая составляющая обучения 3D-моделированию;

– разработана и реализована педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования;

– разработан и внедрен в практику диагностический комплекс для измерения эффективности развития способностей к техническому творчеству, определены критерии и показатели их оценивания.

Цели и гипотеза исследования определили его задачи.

#### **Задачи исследования:**

1. Определить сущность и содержание понятия «детское техническое творчество», выделить и описать составные компоненты его развития в ходе обучения 3D-моделированию с указанием особенностей протекания этого процесса в условиях дополнительного образования.

2. Выявить, описать и обосновать потенциал современных педагогических технологий в обучении детей и подростков 3D-моделированию, в развитии их способностей к техническому творчеству.

3. Разработать педагогическую модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования, проверить в процессе экспериментальной апробации ее возможности в развитии способностей обучающихся к техническому творчеству.

4. Разработать и внедрить в опытно-экспериментальную работу диагностический комплекс для измерения эффективности педагогической деятельности в развитии у обучающихся способностей к техническому творчеству средствами 3D-моделирования.

#### **Методологической основой исследования выступают:**

– системный подход, позволяющий рассматривать личность обучающегося, осваивающего образовательную программу 3D-моделирования, и дополнительное образование как целостные системы, состоящие из комплекса взаимосвязанных элементов (В.Н. Садовский,

Э.Г. Юдин и др.);

– системно-деятельностный подход, заложенный в стандартах общего образования в качестве методологической составляющей образовательной деятельности (А.Г. Асмолов, Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин и др.);

– компетентностный подход (И.А. Зимняя, В.И. Байденко, А.М. Деркач, А.В. Хуторской и др.);

– личностно-ориентированный подход (В.В. Сериков, Н.А. Алексеев, М.А. Аكوпова, И.С. Якиманская и др.).

**Теоретическую основу исследования** составили работы, посвященные:

– проблеме технического творчества в истории и современности (Г.С. Альтшуллер, Л.С. Выготский, Г.Я. Буш, Л.Б. Малыхина, С.К. Никулин и др.);

– вопросу развития системы дополнительного образования (А.Г. Асмолов, В.А. Березина, Е.В. Смольников, Н.Н. Ярцев и др.);

– теоретическим основам обучения и воспитания (П.И. Пидкасистый, В.М. Полонский, Ч.И. Низамова, Н.Г. Баженова, Р.С. Гарифуллина и др.);

– проблеме разработки педагогической модели (В.М. Ананишев, И.А. Колесникова, Е.А. Лодатко, Л.И. Гурье и др.);

– актуальным педагогическим технологиям и методам обучения (В.Н. Михелькевич, О.И. Мезенцева, А.С. Обухов, З.М. Явгильдина, Ф.Ш. Мухаметзянова и др.);

– разработке и реализации образовательных программ по 3D-моделированию (Е.Ю. Огановская, Р.Н. Панин, С. Д. Фасташенко и др.);

– методам обучения решению творческих задач и подготовки к техническому творчеству детей и подростков (В.М. Радомский, М.И. Алиев, И.Т. Глебов, З.А. Литова, Н.В. Мартишина и др.);

– методам обработки данных педагогического эксперимента и особенностям его реализации (М.Н. Скаткин, Д.А. Новиков, Т.В. Христидис и др.).

### **Методы исследования:**

– теоретические (теоретический анализ философской и психолого-педагогической литературы по теме исследования, систематизация, сравнение, обобщение, классификация, моделирование);

– эмпирические (педагогический эксперимент, тестирование, наблюдение за деятельностью обучающихся; методы математической и статистической обработки полученных данных).

**База исследования:** опытно-экспериментальная работа проводилась на базе ЧОУ «Андромеда» г. Казань. Исследованием было охвачено 120 обучающихся данного учреждения, 60 обучающихся составили контрольную группу и 60 обучающихся составили экспериментальную группу. В процессе исследования был проанализирован опыт и других частных образовательных организаций дополнительного образования, находящихся в г. Казань. Проведен сравнительный анализ образовательных программ и методов обучения, применяемых в данных организациях.

**Этапы исследования:** исследовательская работа осуществлялась с 2019 по 2023 гг. и включала в себя следующие этапы:

I подготовительный этап (2019–2020 гг.): изучение и анализ философской и психолого-педагогической литературы, диссертационных исследований, определение исходных концептуальных положений, объекта, предмета, цели, гипотезы и задач исследования.

II поисковый этап (2020–2021 гг.): проведение констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы, который включал подбор и разработку методик, проведение входной диагностики обучающихся в учреждении дополнительного образования. В ходе данного этапа на основе теоретического анализа была разработана педагогическая модель развития технического творчества обучающихся средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования и специальная образовательная программа.

III практический этап (2021–2022 гг.): формирующий этап опытно-экспериментальной работы, в ходе которого осуществлялась реализация

разработанной педагогической модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в учреждении дополнительного образования. Проводилось обучение детей и подростков по разработанной образовательной программе дополнительного образования «Основы 3D-моделирования и компьютерной графики».

IV заключительный этап (2022–2023 гг.): контрольный этап опытно-экспериментальной работы в учреждении дополнительного образования, обработка экспериментальных данных, систематизация, анализ, обобщение результатов исследования; формулирование выводов, положений, выносимых на защиту; литературное оформление диссертации.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

1. Определены сущностные характеристики понятия «детское техническое творчество» как вида продуктивной деятельности детей и подростков, связанной с решением технических задач, ориентированных на самостоятельное создание новых или обновление имеющихся технических средств, устройств, систем, программного обеспечения, физических и виртуальных объектов, а также их моделей. Конкретизированы составляющие технического творчества: технический характер мышления; пространственное мышление; креативность и творческое мышление; самостоятельность действий в генерировании новых инженерных идей; владение навыками их воплощения в проектной документации и в моделях.

2. Выявлен, описан и обоснован потенциал педагогических технологий (STEM, метод проектов, модульное обучение, коллаборативное обучение, технология портфолио) в обучении 3D-моделированию. Изучена возможность комплексного применения в образовательной практике таких решений как: Telegram, WhatsApp, Microsoft Teams/Zoom (для обеспечения сотрудничества, учебного взаимодействия между педагогом и обучающимися); Trello, Xmind (для обеспечения эффективной реализации проектной деятельности); Zbrush, Blender, Unity, Microsoft Power Point (для организации процесса обучения, подготовки к защите собственных проектов обучающимися); Яндекс Диск,

Google Drive (для хранения данных); Sketchfab, 3ddd, Open3dmodel, Artstation, Pinterest, Unity Asset Store, Mixamo (для поиска готовых решений и новых идей).

3. Разработана и апробирована педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования, представленная комплексом целевого, содержательного, процессуального, результативного, аналитического блоков. Создана ориентированная на развитие способностей к техническому творчеству образовательная программа обучения 3D-моделированию с описанием ее обучающего, развивающего и воспитательного компонентов, включающих в себя комплекс теоретических и практических занятий по методам решения творческих задач и реализации проектного подхода в продуктивной деятельности обучающихся. Доказана эффективность педагогической модели в развитии технического творчества детей и подростков средствами 3D-моделирования.

4. Предложен научно-обоснованный диагностический комплекс для измерения эффективности развития способностей к техническому творчеству у обучающихся, а также их готовности к деятельности со специализированным программным обеспечением в области 3D-моделирования. Определены основные критерии оценки эффективности развития способностей к техническому творчеству у детей и подростков: *когнитивный* (сформированность знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики), *мотивационный* (способность и готовность к саморазвитию и самообразованию в области технического творчества), *праксиологический* (применение практических умений в проектной деятельности), *техничко-творческий* (креативность и творческое мышление, техническое мышление, пространственное мышление, знание методов решения творческих задач). Подобраны соответствующие критериям методики тестирования, в том числе авторские, позволяющие увидеть динамику развития способностей личности к техническому творчеству.

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

– его результаты вносят вклад в развитие методологии дополнительного образования детей и подростков в процессе приобщения их к техническому творчеству за счет:

а) конкретизации понятий «детское техническое творчество», «способности к техническому творчеству» и «развитие детского технического творчества в системе дополнительного образования»;

б) разработки и теоретического обоснования педагогической модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования.

– описаны основы педагогической экспертизы и методологии ее проведения в оценивании сформированности способностей обучающихся к техническому творчеству.

**Практическая значимость исследования** заключается в том, что представленная в нем педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования может быть внедрена в практику учреждений дополнительного образования. Разработанный критериально-измерительный аппарат для измерения развитости способностей к техническому творчеству может стать основой для мониторинга эффективности процесса формирования готовности обучающегося к творчеству в технической деятельности. Разработана и апробирована образовательная программа дополнительного образования в области 3D-моделирования. Данная программа, основанная на имплементации актуальных технологий обучения в учебный процесс, позволяет расширить поле образовательных возможностей учреждений системы дополнительного образования: готовить широкопрофильных специалистов инженерной и технической направленности, способных взаимодействовать на профессиональном уровне с современными достижениями науки и техники. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании и организации образовательного процесса в учреждениях дополнительного

образования, а также для дальнейших практико-ориентированных исследований в этой области.

**Личный вклад автора в исследование** состоит в теоретическом обосновании проблемы; выявлении сущностно-содержательной характеристики детского технического творчества; теоретическом обосновании и апробации педагогической модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования; определении критериев и показателей сформированности знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики, способностей к техническому творчеству, мотивации и проектной деятельности для мониторинга результативности этого процесса; организации опытно-экспериментальной работы; обработке и анализе полученных результатов, публикации научных статей, внедрении авторских идей и результатов в образовательную практику.

**Достоверность и обоснованность** научных результатов, выводов и рекомендаций обеспечены всесторонним изучением проблемы, целесообразным сочетанием комплекса эмпирических и теоретических методов исследования, комплексным характером поэтапного педагогического эксперимента, которым были охвачены 120 обучающихся организации дополнительного образования. Научно-обоснованная проверка результатов исследования, проведенная на основе ряда методик тестирования, подтвердила позитивные изменения в развитии технического творчества обучающихся. Методами математической статистики (критерий Фишера, критерий Стьюдента) доказана значимость произошедших изменений.

**Апробация и внедрение результатов исследования** осуществлялись в практической педагогической детальной авторской диссертации в качестве преподавателя по 3D-моделированию на базе ЧОУ «Андромеда». Основные теоретические положения и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на всероссийских, региональных и международных конференциях: Международная научно-практическая

конференция студентов и аспирантов «Казанские научные чтения студентов и аспирантов имени В. Г. Тимирязова–2020» (Казань, 2020), X Международная научно-практическая конференция «Преемственная система инклюзивного образования» (Казань, 2021), XX Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция «Развитие личности в образовательном пространстве» (Бийск, 2022), V Всероссийский молодежный конкурс научных работ с международным участием «Современная наука: традиции и инновации» (Волгоград, 2022), XII Международная научно-практическая конференция, «Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации» (Москва, 2023), Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием) «Педагогическая деятельность как творческий процесс» (Махачкала, 2023).

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Детское техническое творчество – это вид продуктивной деятельности детей и подростков, связанной с решением технических задач, ориентированных на самостоятельное создание новых или обновление имеющихся технических средств, устройств, систем, программного обеспечения, физических и виртуальных объектов, а также их моделей. В основу развития технического творчества заложена педагогическая деятельность, направленная на развитие всех его компонентов (технического мышления, пространственного мышления, навыков генерирования творческих идей и их воплощения в проектах). Развитие детского технического творчества может быть обеспечено в процессе освоения образовательной программы в области 3D-моделирования, которая предполагает освоение обучающимися навыков проектирования и методов решения творческих задач. Познание специфики действий этого раздела компьютерной графики открывает для обучающихся возможность через разработку трехмерных виртуальных объектов творить объекты новой реальности. Это будет способствовать развитию инженерно-технических



навыков, которые могут стать основой успешной профессиональной деятельности в будущем.

2. В развитии технического творчества детей и подростков средствами 3D-моделирования существенный потенциал имеют: STEM-технология, технология коллаборативного обучения, модульное обучение, технология портфолио. Построение на их основе образовательного взаимодействия создает условия для формирования у обучающихся устойчивых профессиональных компетенций в области 3D-моделирования и проектной деятельности (навыки генерирования идей при разработке виртуальных моделей и их практическое воплощение в реальных объектах, презентации и защиты собственных проектов, поиска необходимой информации для решения задач технического и творческого характера, умение работать в группе и индивидуально, планировать ход реализации проекта (от постановки цели до саморефлексии и обсуждения предлагаемых решений), подготовка собственного портфолио работ для будущей профессиональной деятельности и участия во всероссийских, региональных олимпиадах технической и творческой направленности). Вышеобозначенные педагогические технологии в комплексе с новейшими версиями специализированного программного обеспечения и платформенных решений (Telegram, WhatsApp, Zbrush, Blender, Unity, Trello, Xmind, Microsoft Power Point, Яндекс Диск, Google Drive, Artstation) обеспечивают эффективные условия для развития технического мышления, пространственного мышления, творческих способностей детей и подростков, обучающихся в учреждениях дополнительного образования на основе современного содержания, которое включает в свою структуру их знакомство с 3D-моделированием.

3. Разработанная педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования представляет теоретический образ педагогической практики в работе с детьми и подростками в системе организаций дополнительного образования. В качестве компонентов модели определены: целевые ориентиры и задачи

образовательного процесса (целевой блок); образовательная программа (содержательный блок); описательная характеристика динамики развития технического творчества детей и подростков (процессуальный блок); система диагностики и оценки результатов обучения (результативный блок); описание методов обработки результатов диагностики способностей к техническому творчеству (аналитический блок). Апробация модели подтверждает их соответствие задаче организации процесса развития детского технического творчества. Одним из основных компонентов модели выступает образовательная программа по 3D-моделированию и компьютерной графике, содержащая в себе структурные разделы (целевой, содержательный, организационный), сформированные согласно стандартным требованиям к образовательным программам. Методологическую основу педагогической модели составили системно-деятельностный, компетентностный подходы. Данные методологические подходы обеспечивают устойчивое развитие обучающихся как пользователей современных технических устройств и программного обеспечения в решении технических и творческих задач, связанных с 3D-моделированием и компьютерной графикой. Оценочный компонент модели (диагностический инструментарий) позволяет оценить степень сформированности составляющих технического творчества, уровень продвинутой обучающихся решать технические и творческие задачи при работе с графическим редактором трехмерной графики. Составленная на основе разработанной педагогической модели программа по обучению 3D-моделированию в системе дополнительного образования, апробированная в экспериментальной деятельности, может быть предложена для широкого внедрения в работе образовательных организаций. Обозначенные аспекты обучения гарантируют успешность включения детей и подростков в процесс овладения техническими знаниями, их личностное развитие как будущих субъектов инженерно-технической деятельности.

4. В процедуре оценивания эффективности развития технического творчества детей и подростков выделены: *когнитивный; мотивационный;*

*праксиологический, технико-творческий* критерии. Степень выраженности каждого критерия можно определить на основе предложенного комплекса диагностических методик, который включает в себя: тест, ориентированный на определение уровня сформированности знаний в области 3D-моделирования и компьютерной графики, умений использовать их в деятельности (авторский); тест В. И. Андреева (оценка способности к саморазвитию, самообразованию); тест, ориентированный на оценку знаний у обучающихся об основах проектной деятельности и готовности к активному включению в проектную работу (авторский); тест механической понятливости Беннета (модификация Г. В. Резапкиной); тест креативности Торренса; тест пространственного мышления (И. С. Якиманская, В. Г. Зархин, Х.-М. Х. Кадаяс); тест на знание основ решения творческих задач, включая методы решения творческих задач и их специфику (авторский). Данный комплекс диагностических методик позволяет увидеть актуальные стороны развития личности, обеспечивающие ее способность к техническому творчеству.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованной литературы, содержащего 344 наименования и 5 приложений. Общий объем диссертации составляет 270 страниц, включая 52 таблицы, 16 рисунков.

# **Глава I. Теоретическое обоснование развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования**

## **1.1. Развитие детского технического творчества как проблема научного исследования**

Современный мир называют миром технического прогресса, он характеризуется массовым внедрением новых технологий, глобальной цифровизацией человеческого общества, ускоренным развитием науки и техники. Масштабы возможностей науки и техники несопоставимы ни с чем в истории человечества, что свидетельствует о том, что в данный момент цивилизация вступила в эпоху техногенного общества, где ускоряются темпы социального развития. Данный тип развития основан на постоянном изменении предметной среды и социальных связей, окружающих человека. В настоящее время практически все сферы жизни общества и человеческой деятельности – связаны между собой, переплетены в единую систему жизнедеятельности человечества как субъекта и объекта научно-технического прогресса.

С одной стороны – информационные технологии плотно входят в нашу повседневную жизнь, трансформируя социальное пространство и время. Образуется тенденция ускоренного возникновения и развития новых научных дисциплин, таких как биоинженерия, нано-технологии, материаловедение, искусственный интеллект, машинное обучение, дополненная реальность и т. д. С другой стороны – образуется достаточно большое количество информации, которой человеку необходимо владеть, чтобы адаптироваться к современным технологическим условиям и жизни в обществе. В то время как достижения научно-технического прогресса направлены на удовлетворение разнообразных потребностей людей, они становятся также и трансляторами новых требований к навыкам и компетенциям специалистов будущего. В современном обществе высшей ценностью становятся технологии, инновации,

творчество, целевые и ценностные установки, которые определяют наивысшую важность формирования навыков, связанных с техническим творчеством. Своевременное вовлечение детей и подростков в техническое творчество оказывает позитивное воздействие на ускорение экономического и технологического развития всех отраслей страны. Одним из ключевых компонентов данного процесса становится разработка теоретико-методологических основ, направленных на развитие детского технического творчества, актуальность которых особенно явно выражена в контексте деятельности современных организаций дополнительного образования.

Проблема развития детского технического творчества является одной из актуальных проблем современных научных исследований. Она нашла отражение в естественных, гуманитарных, технических науках. Особое значение проблема развития детского технического приобретает в педагогической науке, где главной задачей исследователей выступает выявление закономерностей и принципов, обоснование методов и средств развития навыков технического творчества у детей и подростков.

Теория развития детского технического творчества формировалась в работах Г. С. Альтшуллера [6], В. А. Горского [70], Ю. К. Бабанского [25], Г. Я. Буша [45], П. Н. Андрианова [15], В. Д. Путилина [14], Л.С. Выготского [55], Ю. С. Столярова [242] и др. Их исследования заложили основы практической деятельности образовательных организаций нашей страны в развитии детского технического творчества.

Отечественная практика развития детского технического творчества уходит глубоко в прошлое. Особую важность приобретает вопрос периодизации в истории развития детского технического творчества. По мнению Ю. С. Столярова, можно выделить 12 основных периодов. Они характеризуются: 1) формированием трудовой школы; 2) формированием пионерских организаций и системы школьного обучения; 3) формированием четких требований к содержанию и формам организации технического творчества; 4) поиском новых форм внешкольной работы; 5) возникновением

противоречий в усилении научно-технической пропаганды среди детей и отменой трудового обучения; 6) развитием учащихся с целью подготовки специалиста на производство и к трудовой деятельности на благо страны; 7) упразднением кружков и организацией массовых мероприятий; 8) введением политехнического обучения, формированием ярко выраженного общественного характера деятельности учащихся; 9) корректировкой содержания и методов обучения в области науки и техники (в школьных и внешкольных учреждениях), а также внедрение производственного обучения; 10) привлечением научных и инженерно-технических специалистов к участию в образовательной деятельности обучающихся; 11) развитием творческой трудовой деятельности в интересах народного хозяйства, профессиональная ориентация; 12) качественным развитием системы технического творчества в стране, характеризующимся изменениями в содержании среднего образования, внеурочной творческой и технической деятельности [241].

С данной точкой зрения согласуется концепция Н. Н. Ярцева, который выделил 6 основных последовательных периодов формирования и развития детского технического творчества в СССР и России: 1) до 1918г. - синкретизм; 2) 1918-1939 гг. - становление; 3) 1940-1960 гг. - зрелость; 4) 1961-1986 гг. - расцвет; 5) 1987-1992 гг. - кризис; 6) 1993 г. - по настоящее время (трансформация) [314]. Каждый из периодов характеризуется своими особенностями, которые включают в себя политическую, экономическую обстановку в стране, а также уровень развития науки, техники и технологий. Главной здесь становится связь с историей формирования и развития системы внешкольного (дополнительного) образования. А общее направление развития всей системы, по мнению Е. В. Смольникова, характеризуется поэтапной трансформацией целей образовательного процесса и его направленностью на повышение познавательной, творческой и изобретательской активности обучающихся [235].

История развития детского технического творчества включает в себя в себя периоды бурного развития, периоды кризисных ситуаций, и успешные

попытки выйти из них, расширяя потенциал образовательной системы и охватывая новые направления развития [285].

Особое значение в развитии детского технического творчества играли станции юных техников, детские технические клубы, специализированные областные центры; планомерный рост их количества по всей стране обеспечивало более широкий охват обучающихся; важным направлением работы центров было активное вовлечение всех детей в творческую, изобретательскую, проектную, научно-познавательную и трудовую деятельность [189].

Неотъемлемыми компонентами данного процесса также выступили: трансформация и адаптация системы внешкольного (дополнительного) образования к динамическим условиям существования, государственная поддержка системы, роль частных образовательных учреждений и общества в ее развитии, увеличение общего числа обучающихся.

По мнению Г. С. Альтшуллера, особенности практической деятельности по развитию детского технического творчества в специализированных образовательных организациях заключались в систематизации учебного процесса, создании алгоритмов решения технических задач творческого характера, методологическое и практическое обеспечение изобретательской и творческой деятельности обучающихся [6, 7]. Вышеобозначенное мнение согласуется со взглядом В. А. Горского, который уделял внимание методологическим вопросам развития технического творчества и навыков конструирования у детей и подростков. Он подчеркивал, что сущность детского технического творчества связана с решением специфических технических задач, включая конструкторские, технологические и организационные их аспекты [70]. З. А. Литова, в свою очередь, акцентирует внимание на необходимости планомерного совершенствования системы обучения техническому творчеству, которая должна включать в себя разнообразные направления подготовки, а процесс обучения предусматривать

практико-ориентированную конструкторско-технологическую деятельность обучающихся [144].

Проблема развития детского технического творчества опирается на теоретические исследования, касающиеся вопросов творчества, творческих и технических способностей обучающихся, их формирования и развития.

Анализ понятий творчества и технического творчества в трудах Н. А. Бердяева [31], Л. С. Выготского [55], Я. А. Пономарева [210], В. Н. Дружинина [83], В. Г. Буханова [44], Л. Ю. Сироткина [231] и др. может стать отправной точкой для разработки теоретических основ детского технического творчества в науке. По мнению этих авторов, ключевую роль в развитии навыков и компетенций будущих специалистов имеет творческое мышление, а развитие творческих способностей является одним из самых важных компонентов образовательной системы.

По мнению Н. А. Ручковой и И. А. Ледовских, отечественные педагоги-психологи связывают творчество с формированием особенностей индивида, которые включают в себя: общие знания – по В. В. Давыдову; цели и смыслы – по А. Н. Леонтьеву, О. К. Тихомирову; способы действия – по Я. А. Пономареву; познавательную мотивацию – по А. М. Матюшкину; перцептивные образы – по В. П. Зинченко [222]. Г. В. Буханов отмечает, что творчество в научных исследованиях представляется общекатегориальным понятием, охватывая различные сферы: философия, культура, психология. Оно выражает высший смысл деятельности, а также может выступать важным индикатором развития у человека его интеллектуальных способностей. Именно одаренность, фантазия, оригинальность, интуиция, воодушевление и открытие – это ключевые термины, тесно связанные с понятием «творчество» [44].

Творчество выступает как деятельность человека, по созданию чего-то нового, результат которой проявляется во внешнем мире или как образ мыслительной деятельности человека [55], имеющую свойство преобразовывать предметную деятельность, культуру, саму личность [83],



а также находить отражение в истории развития науки, искусства и самого творца [221].

Таким образом, творчество характеризуется наличием цели, которая заключается в преобразовании предметов реальности во что-то новое, применением специальных знаний в определенной области, которые можно развивать путем практики [340], устойчивой мотивацией и направленностью на развитие личности, в процессе реализации накопленного потенциала прошлого жизненного опыта [237]. Где главными критериями качества творчества выступает новизна решений, которая может носить как объективный, так и субъективный характер – быть новой для конкретной ситуации и обучающегося [163].

С учетом данных теоретических положений должна выстраиваться педагогическая деятельность, направленная на развитие творческих способностей детей и подростков. Формирование у них навыков преобразовательной деятельности, устойчивой мотивации к творчеству – становятся актуальными задачами педагогической практики. Творческая деятельность формирует положительную самооценку, порождает уверенность в своих знаниях, себе и чувство удовлетворенности от достигнутых успехов [276]. С вышеобозначенными положениями согласуется мнение Л. Ю. Сироткина, который пишет: «творческая личность обладает актуальным потенциалом творчества, включающим потребность в самоактуализации, способности, мотивы, умственную активность, воображение, способы деятельности, посредством которых создается продукт, отличающийся новизной и обладающий признаками оригинальности, либо претендующий на уникальность» [231].

Развитие творческой активности детей выступает одним из приоритетных направлений в педагогике, в связи с чем организация деятельности специальных клубов, кружков технического творчества в условиях дополнительного образования должна включать в себя применение новых технологий обучения, интерактивных форм проведения занятий,

которые позволяют сформировать и повысить интерес к процессу обучения и техническому творчеству у детей [73]. И. П. Волков считает, что школьное творчество заключается в создании обучающимся оригинального продукта, при этом ходе работы над ним он самостоятельно использует приобретенные знания, умения и навыки. В процессе работы он комбинирует известные виды деятельности и мышления, а в некоторых случаях реализует новые подходы в решении задач [51].

Творческая деятельность обучающегося тесно связана с его творческим мышлением и возникает в результате поиска ответов на сложившуюся проблемную ситуацию [29]. Поиск характеризуется наличием неопределенности, феноменами «озарения», «инсайта» [38]. Результатом применения творческого мышления становится открытие принципиально нового или усовершенствование решения имеющейся задачи [210], которое с одной стороны подчеркивает и отражает индивидуальность обучающегося [84], а с другой – обусловлено событиями, людьми и жизненными обстоятельствами, подтолкнувшими обучающегося на его применение [218]. Творческое мышление характеризуется совокупностью когнитивных (познавательных) способностей обучающихся и умением создавать нечто новое, оригинальное. Где к основным качествам индивида, обладающего развитым творческим мышлением, можно отнести:

- умение определить и сформулировать проблему;
- оригинальность мышления, которая проявляется в нестандартном подходе к рассмотрению объекта интереса;
- гибкость мышления, характеризующуюся способностью свободно переключать внимание и фокус мысли с одного направления к другому, а также смену мыслительных операций (например: от индукции к дедукции и т. д.);
- беглость мышления, которое проявляется в умении быстро генерировать большое количество новых идей;
- способность переносить ЗУНы из одной области или сферы применения в другую («транспозиция отношений»);

- владение большим объемом структурированных и систематизированных знаний в разных областях действительности;
- обладание диалектичностью мышления, которая характеризуется умением рассмотреть разные аспекты одной проблемы;
- критическое отношение к поступающей информации;
- умение доводить идею до конца, абстрагироваться в поиске решений, обобщать определенные факты и явления [222].

К основным факторам, стимулирующим применение творческого мышления в деятельности обучающегося, можно отнести:

- возникновение проблемной ситуации, требующей поиска решения;
- наличие мотивационной составляющей у обучающегося;
- реализация потенциала накопленного жизненного опыта и знаний или поиска новых решений;
- наличие неопределенности и феноменов «озарения», «инсайта», которые могут сопровождать весь процесс творческого решения задачи;
- наличие у обучающихся определенных качеств, характеризующих степень развития творческого мышления, которые оказывают непосредственное влияние на эффективность творческого процесса.

Творческое мышление относится к категории творческих способностей, которые, по мнению А. Н. Лука, даны каждому от рождения, а уровень их развития зависит от определенных условий образовательной среды, в которую погружен обучающийся, от его личностных качеств и воспитательного воздействия педагога [147]. Данное мнение согласуется с позицией А. Н. Леонтьева, который полагает, что творческие способности формируются у обучающегося в результате освоения им определенных ЗУНов, необходимость наличия которых очевидна для реализации творческого процесса (будь то техническое, художественное, музыкальное творчество и другие его формы) [137]. Основой творческих способностей представляются особенности восприятия, уровень развития памяти индивида и его мотивации к деятельности. А мотивация к познавательной и исследовательской

деятельности является одним из главных критериев оценки детей с развитыми творческими способностями [164].

Одной из показательных работ, по нашему мнению, на тему сущности и понятия творческих способностей является статья Н. В. Кондратьевой «Сущность понятия «Творческие способности»». Где она определяет данный термин как – «синтез индивидуально-психофизиологических особенностей личности и новых качественных состояний (изменений в мышлении, восприятии, опыте жизнедеятельности, мотивационной сфере), возникающих в процессе новой для индивида деятельности (в процессе решения новых проблем, задач), что ведет к ее успешному выполнению или появлению субъективно/объективно нового продукта (идеи, предмета, художественного произведения и т. д.)» [121, стр. 6 ].

По мнению А. В. Хуторского, к творческим способностям относятся креативные качества личности, такие как образность и ассоциативное мышление, высокий уровень развития воображения и фантазии, инициативность и предприимчивость, способность к генерированию идей, независимость в ходе принятия различного рода решений, толерантное отношение к риску и т. д. [267]. Данное мнение согласуется с понятием креативности Н. И. Чернецкой, где она определяет его как особое качество личности, которое проявляется в способности к творчеству [280]. В этой связи, Е. Л. Яковлева и Е. Л. Фельдштейн подчеркивают, что креативность выступает в качестве реализации человеком собственной индивидуальности, которую необходимо уметь раскрывать и развивать [311]. Рассматривая вопросы формирования и развития творчества у обучающихся, Дж. Гилфорд пришел к заключению, что именно креативность является универсальной творческой способностью. Основные параметры которой включают:

- 1) способность к выявлению и формулировке проблемы;
- 2) способность генерации и разработки широкого спектра идей;
- 3) гибкость – способность, позволяющая создавать разнообразные идеи;

4) оригинальность – способность, проявляющаяся в нестандартных подходах ответа на стимулы;

5) способность значительно улучшать объекты, имплементируя новые детали;

6) способность анализировать и синтезировать информацию.

К вышеобозначенным параметрам следует добавить способность к прогнозированию и ассоциациям [24]. Эти способности необходимо развивать до тех пор, чтобы творчество стало не просто деятельностью, которая осуществляется по совету или наставлению от учителя к ученику, но и по собственной инициативе, любознательности и стремлению к саморазвитию [38]. Творческие способности имеют междисциплинарный характер, которые заключается в том, что их развитие в одной области может найти отражение в результатах деятельности обучающихся в других областях: «в этой области действует так называемый механизм переноса, т.е. упражнения в творчестве в одной области на одном материале благотворно сказываются на творческой деятельности и в других областях» [15]. Все сказанное выше и определяет актуальность целенаправленной педагогической деятельности в развитии у детей творческих способностей, в процессе их приобщения к тому или иному виду деятельности.

Далее рассмотрим понятие «технические способности». Как и творческие, они имеют свои специфические особенности. По мнению Е. А. Челноковой, технические способности определяются как «взаимосвязанные индивидуально-психологические особенности и проявляющиеся независимо друг от друга качества личности, которые определяют успешность индивида к техническим видам деятельности» [276]. Эти качества позволяют сравнительно легко и быстро усвоить комплекс систематизированных, конструкторско-технологических знаний, умений и навыков [200]. Где структура технических способностей во многом зависит от направления деятельности обучающегося (технические способности

электрика, строителя, программиста и т. д.). Чаще всего, общими структурными единицами технических способностей выделяют:

а) техническую наблюдательность;

б) техническое мышление;

в) пространственное воображение;

г) способность к комбинированию;

д) личностные качества индивида (интерес, любознательность, активность, понимание техники, умение изготавливать технические изделия, стремление к изобретательству, рационализаторству и т. д.)

е) умение учитывать особенности и специфические свойства используемых материалов, деталей, составных частей, объектов или форм [165].

К основным системообразующим техническим способностям относятся: техническое мышление и пространственное воображение (пространственное мышление). По мнению П. К. Энгельмейера, техническое мышление определяется как «особый склад ума, который можно назвать техническим» [130]. Оно базируется на комплексе знаний, связанных с достижениями науки и техники, специальных дисциплин, а также набором технологических и конструкторских навыков [152]. Характеризуется мышлением, формирующимся в процессе взаимодействия обучающегося с объектами техники, технологий, технической информацией и т. д. Сюда можно включить:

– оперирование специальными техническими понятиями [96];

– наличие системных научно-технических знаний у обучающихся [152].

Оно также представляет собой одну из форм отражения действительности, основанную на логике, целью которого является познание и преобразование природы и общества в конкретных исторических условиях, в ходе создания и применения технических средств, технологических процессов [295]. Где структура технического мышления состоит из взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов: понятие, образ, действие (практика) [104]. Эти компоненты взаимодействуют друг с другом в процессе решения технических задач:

– понятийный компонент технического мышления включает умение анализировать и классифицировать информацию с использованием технических понятий и терминов.

– образный компонент технического мышления основан на использовании образных представлений и моделей для понимания и решения технических задач.

– практический компонент технического мышления включает умение применять технические знания и навыки на практике, проектировать и создавать технические изделия и решать технические проблемы.

Своеобразие деятельности, направленной на решение задач технического характера, стимулирует преимущественное развитие определенных сторон мышления, которому присущи следующие особенности:

а) четкость и точность мыслительных операций, направленность на точные расчеты;

б) практическое мышление;

в) гибкость, проявляющаяся в балансе алгоритмических (шаблонных) действий и изобретательства;

г) деятельность главным образом находит отражение в схемах, чертежах, макетах, опытных образцах, готовых изделиях и т. д.

Алгоритмом решения технических задач может выступить следующая последовательность:

а) постановка задачи (ознакомление с условиями, определение объекта изучения и воздействия, построение схемы);

б) конкретизация основных условий (определение принципа работы технического объекта);

в) анализ задачи (поиск и формулировка противоречий, технических и технологических проблем);

г) нахождение решения технической задачи (формирование представления об идеальном конечном результате, устранение противоречий и проблем);

д) оценка полученного решения [37].

В любой технической деятельности одним из важнейших аспектов является пространственное воображение (пространственное мышление), которое характеризуется восприятием пространственных отношений между объектами (расстояния, формы, фигуры и т. д.). Оно определяется как вид умственной деятельности обучающегося, который обеспечивает понимание пространственных образов и оперирование ими в процессе решения задач различного характера и направленности [310].

Между пространственным и техническим мышлением существует тесная взаимосвязь:

1) С одной стороны – развитие пространственного мышления способствует формированию базовых предпосылок для технического мышления, когда обучающийся способен визуализировать объекты и структуры в пространстве, что позволяет легче анализировать их конструктивные особенности и детали. Это, в свою очередь, улучшает способность идентифицировать возможные проблемы и находить эффективные пути их решения;

2) С другой стороны – развитое техническое мышление стимулирует усовершенствование пространственного мышления. Когда человек обучен решению технических задач, он начинает рассматривать объекты и конструкции с точки зрения их функциональности и целесообразности.

Таким образом, технические способности играют важную роль в различных областях, требующих инженерных, конструкторских и технических навыков. Основой технических способностей являются не только специфические знания, умения и навыки из различных областей знаний и практической деятельности, но и взаимосвязь технического мышления и пространственного воображения [211].

В результате анализа сущностных и содержательных характеристик понятий: «творческие способности» и «технические способности», мы приходим к выводу, что оба этих элемента играют ключевую роль в успехе



развития детского технического творчества и реализации ими различного рода и степени сложности проектов. Необходимо также отметить, что технические способности являются определяющим элементом технического творчества. Они включают в себя умение работать с техническими объектами и информацией, а также владение интегративными знаниями из разного рода областей научно-технического мира, умения применять эти знания в ходе разработки и создания реальных объектов материального мира, либо виртуального, взаимодействуя с программным обеспечением и т. п.

Как было указано ранее, техническое творчество обладает значительной глубиной историческими корнями. Появление первых орудий труда и взаимодействие с ними, осмысление человеческой деятельности как целенаправленной и осознанной. Где важным становится именно понимание индивидом причастности к жизни коллектива и общества в целом [129]. В этом ключе можно привести мнение П. Н. Андрианова и В. Д. Путилина, которые писали, что техническое творчество представляет собой активность обучающихся в области техники, приводящую к результатам, которые обладают как личной, так и общественной значимостью, а также внутренней или внешней новизной [14]. Результаты технического творчества включают не только различные технические изделия, но и способы их разработки и улучшения. В связи с этим, в работе А. И. Комарова, техническое творчество описывается как процесс разрешения противоречий, возникающих при создании и модификации технических систем [120]. Эта точка зрения согласуется с позицией Л. А. Щербаковой, которая рассматривает техническое творчество как специфический вид деятельности, связанный с научно-технической информацией и продуктивной исследовательской работой, включающий применение специальных средств технического назначения и информационных технологий [301].

Кроме того, рассмотрим другие варианты понятия «техническое творчество»:

– это вид целенаправленной деятельности обучающихся, где результат представляется в виде технического объекта, который обладает полезностью и субъективной новизной для самого обучающегося [35];

– это деятельность по созданию новой и совершенствованию старой техники и технологии, обладающей социальной значимостью [36];

– это процесс разработки нового технико-технологического продукта, он включает в себя систему нескольких взаимосвязанных этапов: 1) формулировка конкретной технико-технологической идеи (проблемы) и определение путей по ее решению, когда субъективный (человеческий) фактор проявляется в ходе работы по генерации новой идеи; 2) разработка функционирующей модели объекта или концепции, когда идея приобретает наиболее точные технико-технологические формы [183];

– это деятельность, которая направлена на постепенное или радикальное преобразование окружающей действительности в соответствии с целями и потребностями всего общества на основе разработанных объективных законов, где деятельность и результат характеризуется новизной, оригинальностью и общественно-исторической значимостью [207].

У вышеобозначенных формулировок можно выделить основные общие характеристики:

– наличие факторов новизны, оригинальности решения;

– понятие описывается как взаимодействие с объектами техники, технологиями, информацией и направленно на преобразование природы, окружающего мира;

– наличие фактора социальной значимости, полезности решения (результата технического творчества).

Но техническое творчество является не просто средством для создания чего-то нового, оказывающего влияние на общество и коллектив, оно так же, как и творчество – является средством самопознания и саморазвития личности [185], а также важным средством воспитания современного ребенка [29]. Применение разных методов, для решения задач способствует полноценному

всестороннему развитию личности обучающегося, его интеллектуальных и творческих способностей. Где образовательная среда должна быть комфортной для обучающегося и соответствовать целям образовательного процесса. Таким образом, сущность детского технического творчества детерминируется сводом следующих правил:

- ребенку необходимо иметь собственное творческое пространство, предназначение которого будет заключаться в целенаправленной деятельности, связанной с техническим творчеством;

- необходимо обеспечить ребенку свободное время и индивидуальные простые занятия, в которых он может проявлять индивидуальные творческие способности в области моделирования и конструирования;

- авторитетные для ребенка взрослые должны собственным примером формировать у него представление о сущности технического творчества и вовлекать в познание данного явления всеми органами чувств, для обеспечения наилучшего удовлетворения процессом познания;

- в процессе работы связанной с техническим творчеством следует сводить к минимуму строгие приказы и ограничения, так как дети от природы проявляют исследовательский потенциал, являются экспериментаторами и стремятся к определению своего собственного пути решения проблем, который вероятнее всего будет отличаться от уже изведенного;

- необходимо формировать и поддерживать интерес ребенка к созданию моделей, которые интересны ему в конкретной ситуации и временном интервале [48].

Таким образом, проблема технического творчества в трудах исследователей изучается как важный аспект творческой деятельности, актуальность изучения которого продиктована современными условиями развития общества, науки и техники. Развитие навыков технического творчества важно начинать с детства, в частности со школьного возраста, когда процесс восприятия информации проходит наиболее эффективным образом, где воспитание и самовоспитание является неотъемлемой частью

развития личности. Учет индивидуальных способностей, личностных особенностей учащихся, мотивации и условий окружающей среды обеспечивает успешность образовательной и практической деятельности, направленной на развитие детского технического творчества, где мотивационный фактор выступает неотъемлемым компонентом и неким связующим звеном, обеспечивая креативный подход в деятельности учащихся только тогда, когда они испытывают настоящую страсть к тому, чем занимаются, и нацелены на процесс, а не на потенциальные награды [337].

В свою очередь, ясное понимание терминов «детское техническое творчество» и «способности к техническому творчеству» способствует концентрации внимания на формировании и развитии у обучающихся конкретных знаний, умений, навыков и компетенций, которые детерминируются как неотъемлемая часть их будущего профессионального и личного успеха в ходе адаптации к современным условиям жизни общества. В связи с этим считается необходимой формулировка собственного определения понятия «детское техническое творчество». Ранее в авторских публикациях мы определяли это понятие как «мотивированный процесс решения задач технического характера, характеризующийся реализацией определенного алгоритма действий, с применением методов креативного и творческого подхода, где задачи направлены на создание виртуальных либо физических объектов, оказывающих воздействие на окружающий мир и общество в целом» [129]. В результате углубления в специфику понятия и сущность детского технического творчества мы пришли к заключению о том, что его необходимо трактовать как: *«вид продуктивной деятельности детей и подростков, связанной с решением технических задач, ориентированных на самостоятельное создание новых или обновление имеющихся технических средств, устройств, систем, программного обеспечения, физических и виртуальных объектов, а также их моделей»*. Также необходимо определить понятие «способности к техническому творчеству» — *это свойства человека, включающие в себя синтез общих и специальных качеств, которые*

*применяются во взаимодействии с объектами реального и виртуального мира, техникой, технологиями и информацией, в ходе решения задач технического характера, требующих творческого подхода.*

Обобщение вышеизложенного анализа по проблеме развития детского технического творчества в работах исследователей позволяет охарактеризовать данное понятие как: особый вид деятельности человека, предполагающий проявление личностью самостоятельности мышления и деятельности в решении технических задач творческой направленности, который представляет собой трудно алгоритмизируемый процесс, требующий от личности критического мышления, креативности, нестандартности мышления, интереса, независимости и других личностных качеств обучающегося как субъекта и объекта познавательной, а также практической деятельности. Результат этого процесса должен обладать новизной (абсолютной или относительной), а также социальной, профессиональной и иногда культурной значимостью.

В таком ключе, основными способностями к техническому творчеству можно выделить: критическое мышление, креативность; творческое и техническое мышление; пространственное мышление; ЗУНы в области практической деятельности, которые проявляются во взаимодействии с техникой, технологией и информацией; ЗУНы в той области, где ведется создание и разработка нового продукта; навыки проектной деятельности и знание методов решения творческих задач. Данный перечень способностей может стать одним из основных в образовательной системе, основная направленность которой определяется как развитие технического творчества обучающихся.

При этом качественное сопровождение обучающихся в процессе развития способностей к техническому творчеству требует понимания роли образовательной системы, в частности особенностей системы дополнительного образования детей, как одной из самых основных в развитии

детского технического творчества. Именно этот аспект мы рассмотрим в следующем параграфе настоящего исследования.

## **1.2. Общая характеристика системы дополнительного образования детей и подростков**

В современных условиях вырастает роль организаций дополнительного образования, они являются структурными компонентами системы Российского образования. В образовательной политике России уделяется особое внимание организациям дополнительного образования, которые призваны обеспечить успех каждому ребенку в том деле, которое ему интересно. Понятие «дополнительное образование» введено в научный оборот в 1992 году и имеет отражение в Законе Российской Федерации «Об образовании» [258].

Дополнительное образование, как и общее имеет ориентацию на формирование и развитие гармонично развитой личности, своевременное совершенствование навыков и умений, раскрытие индивидуальных способностей, потенциала и развитие конкретных талантов, а также содействие профессиональному самоопределению обучающихся [69]. Но в отличие от общего – основной задачей дополнительного образования является обучение таким умениям, навыкам, знаниям, уровень которых превышает обязательный базовый уровень и выходит за его пределы.

Согласно Статье 75 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»: «...дополнительное образование детей и взрослых направлено на формирование и развитие творческих способностей детей и взрослых, удовлетворение их индивидуальных потребностей в интеллектуальном, нравственном и физическом совершенствовании, формирование культуры здорового и безопасного образа жизни, укрепление здоровья, а также на организацию их свободного времени. Дополнительное образование детей обеспечивает их адаптацию к жизни в обществе, профессиональную ориентацию, а также выявление и поддержку

детей, проявивших выдающиеся способности. Дополнительные общеобразовательные программы для детей должны учитывать возрастные и индивидуальные особенности детей» [258].

В результате анализа работ разных исследователей мы выделяем несколько основных вариантов определения дополнительного образования. Оно понимается как:

– свободно выбранный процесс освоения знаний, способов деятельности и системы ценностей, направленных на удовлетворение основных и дополнительных интересов личности, ее склонностей и способностей к культурной, социальной адаптации, а также самореализации [87];

– специфическая часть системы образования, которая представляется процессом и результатом становления личности учащегося в условия специальной развивающей среды, предоставляющей обучающимся интеллектуальные, психологические, педагогические и образовательные услуги на основе свободного выбора и самоопределения [233];

– обеспечивающее развитие определенных навыков и способностей личности, ее образовательных и познавательных интересов, формирование индивидуального образовательного пути на основе выбора содержательной, культуросообразной деятельности, не ограниченной рамками образовательных стандартов и формами традиционной внеурочной и внешкольной работы [74].

Таким образом, дополнительному образованию присущи следующие положения:

– выход за пределы регламентированного учебно-воспитательного процесса, добровольность участия в образовательном процессе;

– формирование особого образовательного пространства, где осуществляются специальные познавательные и развивающие игры, освоение опыта, развитие творчества и навыков исполнительского мастерства, а также расширяются возможности для индивидуального самоопределения и саморазвития детей [70];

– расширение и углубление образования, развитие новых способностей у учащихся, удовлетворение образовательных потребностей общества в условиях свободного времени [263];

– ориентация на самостоятельность, самооценку, удовлетворение индивидуальных потребностей личности в образовании, развитии творческих способностей, активное участие в решении социальных и культурных вопросов и проблем [282].

Основная цель дополнительного образования заключается в создании специальных организационно-педагогических условий, способствующих самовоспитанию, самообразованию и самореализации личности (ребенка), а также его профессиональному самоопределению и развитию [132, 89, 234, 191, 173].

Достижение обозначенной цели определяется решением следующих задач:

– необходимо создать специальные условия для выявления и развития индивидуальных способностей у обучающихся детей и подростков;

– необходимо воспитать и подготовить свободную, самостоятельную, творческую и профессионально ориентированную личность, обладающую навыками сотрудничества в интересах государства и общества;

– развить и использовать накопленный опыт, интеллектуальный потенциал, творческие способности обучающихся;

– сформировать у детей повышенный интерес и мотивацию к исследовательской и творческой деятельности в определенной сфере науки, техники, а также культуры;

– проявить и развить творческий и технический потенциал педагога (консультанта).

Обобщая вышеобозначенные аспекты дополнительного образования можно заметить, что оно представляет собой особый тип образования, объединяющий: компоненты воспитания [25]; процессы развития и обучения детей с целью удовлетворения их познавательного интереса, с учетом



специфических современных потребностей общества, с целью самоопределения [32, 282]; процесс раскрытия индивидуального творческого потенциала, который способствует самореализации ребенка [167]; свободу при выборе сфер влияния и вида деятельности [54, 214]; гибкость системы современного образования, способствующую быстрой адаптации ее методологической основы к потребностям общества, а также последним достижениям науки, техники и культуры [233, 302].

Таким образом, дополнительное образование:

- способствует формированию индивидуальных и коллективных ценностей, а также гуманистических ориентаций у детей и подростков, обеспечивает расширение сферы влияния накопленного человеческого опыта и способствует эффективному обогащению культуры;

- служит инструментом для формирования у обучающихся детей и подростков мотивации к познанию, творчеству и саморазвитию;

- предоставляет реальные возможности для формирования и развития комплексных способностей у обучающихся, подбора их индивидуального образовательного пути, увеличивает пространство для личностного роста и реализации идеи «свободного образования»;

- компенсирует отсутствие специфических учебных направлений в основном образовании, обеспечивая многообразие видов детской творческой и технической деятельности;

- способствует формированию жизненных и профессиональных планов обучающихся, а также реализации их потенциала;

- включает детей в интересующие их творческие виды деятельности, способствуя формированию культурных, нравственных, духовных и социальных ценностей, реализуя значительный воспитательный потенциал.

Многие исследователи в области педагогики и психологии посвятили свои работы определению функций системы дополнительного образования. К основным из них, на наш взгляд, можно отнести: функцию непрерывности образовательного процесса [271]; учебно-информационную функцию;

ценностную функцию; личностно-образующую; психолого-терапевтическую; обеспечения занятости [12]; воспитательную и физически-развивающую [9, 10]; детского саморазвития и самоопределения [236]; социальную, педагогическую, образовательную и культурно-досуговую [5]; рекреационную, компенсационную, социализации, самоактуализации [11].

По мнению В. А. Березиной, к основным функциям дополнительного образования, выстроив их в иерархической последовательности, можно отнести: развивающую, которая заключается в развитии творчества и креативности учащихся; обучающую и познавательную, как систему специальных знаний предметных областей и специальных навыков, а также компетенции в области детской учебной и познавательной деятельности; воспитывающую, характеризующуюся развитием основ мировоззрения ребенка, его индивидуального взгляда на общественную жизнь, формированием собственных убеждений, ценностей; социально-педагогическую; компенсаторную; профилактическую; реабилитирующую; психологическую, заключающуюся в развитии индивидуального мышления, воображения, речи, восприятия, коммуникативных и других навыков у ребенка; оздоровительную; культуuroобразующую; формирования и становления личности; профориентационную; психотерапевтическую; информационную [33].

Таким образом, можно сформировать понимание основных особенностей дополнительного образования, которые включают:

- ориентацию работы учреждений дополнительного образования на самореализацию, самоопределение обучающихся, развитие детского творческого и интеллектуального потенциала;
- обширный выбор образовательных направлений (вариативность), непрерывность обучения;
- гибкость при определении средств построения, форм и содержания образовательного процесса;
- разработка и внедрение в практику творческой среды,

способствующей получению новых и специфических знаний, развитию навыков и мышления обучающихся, а также формированию компетенций в областях будущей профессиональной деятельности.

В отличие от общеобразовательной системы – система дополнительного образования имеет больше возможностей к реализации вариативного обучения, развивающей среды и субъект-субъектного взаимодействия между педагогом и обучающимися [12].

В системе дополнительного образования детей созданы все условия для развития личности. К ним относят:

- реализация субъект-субъектного подхода в организации обучения по программам дополнительного образования;
- вариативность дополнительного образования, актуальность которой обоснована учеными в различные периоды времени [318];
- социальная ориентация обучающихся, формирование умений взаимодействовать с окружающими при решении образовательных задач;
- развитие навыков преобразовательной деятельности и реализации себя в предпочитаемом виде деятельности;
- ориентация на практические достижения и успех каждого ребенка.

Субъект-субъектный подход носит общий характер для всей системы образования в целом: он имеет значительный вес как в общей образовательной системе, профессиональной, так и системе дополнительного образования. В свою очередь, теоретическая основа субъект-субъектного подхода была заложена в работах Р. Штайнера в начале XX века. Он предложил ее как альтернативу традиционному образованию, которое ранее было сосредоточено на односторонней передаче знаний от учителя к ученику, без возможности оказания влияния на образовательный процесс со стороны обучающегося. Р. Штайнер считал, что образование должно быть основано на диалоге между учителем и учеником, что позволяет создавать индивидуализированный образовательный процесс и поддерживать активное участие ученика в образовательном процессе, а также помогает сформировать

его самостоятельность и самосознание [14]. В связи с этим, А. В. Хуторской писал, что в этой концепции учитель выступает не как источник знаний, а как фасилитатор и наставник, который помогает ученику самостоятельно исследовать и понимать информацию [18]. Эта концепция также стремится к развитию творческого мышления у ученика и созданию положительной образовательной среды, где задачи и цели образовательного процесса имеют тенденцию подстраиваться под возрастные и другие индивидуальные особенности обучающегося.

Согласно идеям вариативности дополнительного образования, оно должно быть доступным и разнообразным, чтобы отвечать нуждам и интересам различных групп людей. Выдвигая эту концепцию, ученые и педагоги подчеркивают важность наличия прав выбора в отношении содержания, предметов, форм образовательного процесса, образовательной траектории и даже выбора преподавателей (консультантов). Педагог дополнительного образования также обладает гибкостью в выборе содержания, форм, методов и технологий, используемых для разработки образовательных программ и построения процесса обучения.

Образовательная среда организаций дополнительного образования, для соответствия требованиям общества, государства и отдельной личности, должна быть многоуровневой, развивающей и социокультурной. В 1954 году концепция многоуровневой развивающей среды как способа поддерживать разностороннее развитие детей (на уровнях: физическом, когнитивном, социальном и эмоциональном) – была разработана Р. Штайнером [292]. В ее основе лежат следующие идейные компоненты:

- развитие детей должно проходить на физическом, когнитивном, социальном и эмоциональном уровнях;
- развитие детей происходит при поддержке и сопровождении специализированных педагогов, работа которых строится на основе индивидуального подхода к каждому ребенку, в соответствии с их характеристиками и интересами;

– развитие детей должно способствовать социальному и экономическому прогрессу в стране.

Обеспечение «ситуации успеха» для каждого обучающегося возможно лишь при реализации вышеперечисленных условий. Проблема «ситуации успеха» была представлена в работах многих исследователей [30, 169, 245]. Эта ситуация реализуется путем организации определенного вида деятельности в системе роста и развития каждого ребенка, где в зависимости от его особенностей, он имеет возможность проявить себя, свои творческие, интеллектуальные и другие навыки, почувствовать себя успешным.

В понимании перспектив развития системы дополнительного образования для будущего, на наш взгляд необходим ракурс в прошлое. Исследуя историю возникновения дополнительного образования в России, мы пришли к выводу, что большинство исследователей относит его возникновение к концу XIX века [236, 113, 227, 67, 90, 43], и выделяют следующие предпосылки его возникновения:

– формирование рыночных, капиталистических отношений в России, сопровождавшееся стремительным развитием науки и техники, что привело к возникновению новых, специфических требований к обучающимся в образовательных учреждениях, а также их выпускникам;

– формирование и развитие демократии в обществе, проявлявшееся в создании различных партий, детских объединений, росте национально-освободительного движения и формировании общественного мнения;

– эволюция социологии, социальной психологии и педагогики, направленность которых обусловлена изучением индивидуальности, саморазвития и самореализации обучающихся, а также закономерностей личностного и общественно значимого развития детей;

– накопленный практический опыт реализации внешкольного обучения в виде дополнительного образования для взрослых. В этом контексте «внешкольное образование» обозначало просветительскую деятельность общественных организаций и частных лиц, направленную на удовлетворение

населения в образовательном аспекте. Поддержкой этого направления занимались Н. И. Пирогов, К. Д. Ушинский и др.

Совокупность этих и других факторов способствовало возникновению новых педагогических направлений, ориентированных на реформирование образовательной системы: социально ориентированная педагогика (П. Наторп, Э. Дюргейм), направление движения «новые школы» (А. Феррьер), прагматически ориентированная педагогика (Д. Дьюи), трудовая школа (Г. Кершенштейнер), школа Монтессори «свободное воспитание» (М. Монтессори), индивидуализированное обучение (системное) «Дальтон-план» (Е. Паркхерст) и др. Многие из этих направлений оказали значительное влияние на формирование и развитие дополнительного образования в России, которое подразделяют на три основных периода:

– Начало 20 века – 1917г., связаны с именами и деятельностью известных педагогов: С. Т. Шацкого, А. А. Фортунатова, А. У. Зеленко (клубная деятельность, основанная на соединении умственного и физического труда, игровой деятельности, самоуправления, самореализации учащихся и т.д.), а также организацией досуга детей с целью компенсации недостатков школьного образования;

– Период 20-80-е гг. 20 века, связанный с повсеместным развитием практики внешкольного образования, в рамках которой расширялась культурно-просветительская и идейно-политическая деятельность в обучении. Обучение становилось более общедоступным и добровольным, что способствовало формированию тенденции к развитию учебно-исследовательской деятельности и усилению воспитательного компонента в обучении;

– Период с 90-х гг. 20 века до настоящего времени характеризуется кризисным временем и неопределенностью, которые повлекли за собой появление понятия конкурентоспособности, снижение защищенности учащихся в плане понимания будущего и построения планов профессиональной деятельности, появление новых требований

к профессиональной подготовке детей, рост спроса на культурно-образовательные, технологические и информационные услуги и т. д.

В ходе анализа современного состояния системы дополнительного образования, охватывая исторический аспект вопроса, стоит также учитывать и актуальные стратегические инициативы, законодательные акты, указы президента РФ – которые способствуют развитию всей системы в целом. Так, например, в 2016 году был утвержден проект «Доступное дополнительное образование для российских детей». Где, по проекту планировалось во всех регионах строить и развивать модельные центры, технопарки для детей, способные стать центром новейшей системы дополнительного образования [58]. Такого рода система основана на доступности образования широкому кругу обучающихся, внедрении в практику индивидуализированного подхода в развитии детей, разработке и построении его собственного научно-технического и творческого путей.

В настоящее время становится наиболее важным погружение ребенка в образовательные программы технической направленности – одно из значимых направлений его развития, открывающего новые ресурсы личности в творческой деятельности. Данный тезис подтверждается не только стремительным ростом количества современных научных исследований в этой области, специальных методических рекомендаций книг и изданий, но и разработкой стратегических и технологических инициатив на государственном уровне, тематических указов и распоряжений в данном направлении – например Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», Указ Президента Российской Федерации от 25.04.2022 г. № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий», «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года», национальные проекты «Образование», «Культура» и

многих других. А также проведением всероссийских, региональных конкурсов технической и творческой направленности – фестиваль «Rukami». «Проектория», «Билет в будущее», «Мастерята» и других. К одним из недавних достижений в области реализации инициатив и проектов по развитию системы дополнительного образования, а также системы подготовки специалистов инженерно-технических, творческих направленностей можно привести в пример значимую для России реставрацию Дворца Пионеров в г. Москва.

По мнению А. Н. Моисеевой и М. И. Рындиной, к актуальным и инновационным формам дополнительного образования, которые способствуют организации детского технического творчества, относятся: хакатон, кванториум, мобильные и региональные технопарки, школы инновационного мышления и другие [175].

В качестве Кванториумов выступают специализированные площадки, оснащенные высокотехнологичным современным оборудованием, работа с которым позволяет вести подготовку высококвалифицированных инженерных кадров, специалистов, обладающих инженерным и творческим мышлением, а также целым комплексом hard skills и soft skills (например навыки профессиональной деятельности различного профиля и направленности, навыки изобретательства, способности анализировать, критически мыслить, навыки проектной деятельности и т. д. [275, 125].

В таком ключе одним из главных компонентов в организации детского технического творчества на подобных площадках, организациях дополнительного образования – становится применение современного оборудования, технических средств.

Главными особенностями обучения в таких местах становятся:

- подготовка детей к проектной деятельности, а также ее практическая реализация;
- применение интерактивных форм в обучении и взаимодействии между педагогами и обучающимися (поэтапные мозговые штурмы, применение



методов ассоциаций, презентаций, дискуссий и других методов);

- игровые, фронтальные и групповые формы организации процесса обучения;

- участие в олимпиадах, конкурсах, научно-практических конференциях, открытых занятиях;

- специальные формы подведения итогов работы (защита проектов, опросы, беседы с обучающимися, выставки и демонстрация работ) [127, 13].

Несмотря на вышеобозначенные условия, формирующие поддержку развития данных организаций и всей системы дополнительного образования в целом, некоторые исследователи (с мнением которых мы солидарны в своем исследовании) выделяют следующие проблемы в реализации подобной педагогической практики:

- работа с современным оборудованием и специфика направлений требует тщательной подготовки педагогических кадров к осуществлению образовательной деятельности, что может привести к трудностям в поиске соответствующих всем критериям, по которым проходит отбор, педагогических кадров;

- недостаточное методическое обеспечение процесса обучения в аспекте включения обучающихся в работу с современным оборудованием и необходимость постоянной актуализации направлений обучения для развитие специальных навыков технического творчества в соответствующих образовательных учреждениях, а также недостаточная системность в работе современных организаций [135].

В этой связи необходимо подчеркнуть значимость разработки и реализации, в организациях дополнительного образования, специальных образовательных программ технической и творческой направленности. Эти программы должны отражать актуальные образовательные тенденции, содержать в себе самые современные направления обучения, соответствовать государственным стандартам и требованиям, также содержать в себе разного рода формы, средства и методы вовлечения детей и подростков в техническое

творчество [153].

Анализ предшествующих этапов развития системы дополнительного образования, актуальных государственных инициатив по данному направлению – подчеркивает необходимость изучения и внедрения современных, а также проверенных временем педагогических средств и методов для развития детского технического творчества. Педагогические средствами являются все материалы, с помощью которых осуществляется образовательный процесс. К средствам вовлечения детей в техническое творчество в первые десятилетия истории дополнительного образования относятся занятия авиамоделизмом, судомоделизмом, занятия автомобильного профиля, моделированием малогабаритных станков, радиоустройств, сельскохозяйственной техники и т. д. [15]. В 80-е годы XX века разрабатывались программы по развитию детского технического творчества, деятельность которых была направлена на удовлетворение нужд производственно-промышленного комплекса, а также школьных учреждений [71]. Деятельность внешкольных учреждений включала в себя следующие основные технические направления в организациях дополнительного образования детей: начальное техническое моделирование; общее техническое конструирование; спортивно-технические (судо-, авиа-, автомобилестроение); радиоэлектроника; робототехника; производство фото, кино, видео; эксплуатация технических и транспортных средств (яхтинг, картинг и т. д.) [153].

Значительные изменения в организации детского технического творчества произошли в начале нового столетия, когда информационные и цифровые технологии стали быстрыми темпами внедряться в повседневную жизнь общества, ключевые сферы жизнедеятельности людей, в том числе – в систему образования. Появились новые направления, такие как: 3D-моделирование; Web-дизайн; программирование; мобильная робототехника; нейротехнологии; квадрокоптеры (операторы дронов) и т. д. [129]. И совсем недавно в перечень направлений добавились: дополненная и виртуальная

реальность (это логическое продолжение развития технологий 3D-моделирования); искусственный интеллект (закрывающийся в работе с большой базой цифровых данных, машинным обучением, нейросетями – посредством программирования).

В качестве средств обучения техническому творчеству стали использоваться цифровые, информационные технологии и виртуальные образовательные платформы. Широкий выбор современных технологий позволяет эффективно организовать образовательный процесс и обеспечить достижение основных дидактических целей обучения. В свою очередь, выбор тех или иных педагогических средств во многом зависит именно от специфики направления и характера целей, задач. Акцентируя внимание на вопросе развития детского технического творчества, можно выделить следующие средства:

- для решения универсальных задач, таких как презентация, представление материала в интерактивной форме, чаще всего применяется Microsoft Power Point;

- для обеспечения взаимодействия педагога с обучающимися и членов коллектива друг между другом: Telegram, WhatsApp, WeChat, QQ, Skype, Zoom, Microsoft Teams и т.д;

- хранение данных: ЯндексДиск, iCloud, DropBox, GoogleDrive и т.д.

Для решения специфических задач, в зависимости от направления, педагогические средства можно подразделить на:

- Обучение робототехнике и программированию, работе с нейросетями и искусственным интеллектом (LEGO Mindstorms, Arduino, Python, JavaScript, C#, Go, Scratch, Kotlin и т.д.);

- Обучение искусству, дизайну и анимации (Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Adobe Premier, Indesign, Canva, Figma и т.д.);

- Обучение 3D-моделированию, работе с виртуальной и дополненной реальностью, гейм-дизайн (3dsMax, Blender, Unity, UnrealEngine, Zbrush и т.д.).

Относительно недавно инструментарий педагогических средств

пополнился такими платформами как:

– Chatgpt (платформа, в основе которой лежит искусственный интеллект, который имеет загруженную базу данных и способен генерировать ответы на вопросы, содержащие определенные структурные элементы (prompt) [328, 322, 344, 335, 316]. На основе появления данной технологической платформы возникло новое направление в обучении - prompt engineering [343];

– Midjourney (платформа, в основе которой лежит искусственный интеллект, который имеет загруженную базу данных и способен генерировать картинки по запросу) [342];

– Notion (платформа по управлению задачами, которая также содержит в себе возможности применения искусственного интеллекта в генерации идей и ответов на вопросы);

– xMind (платформа по созданию «карт интеллекта», их визуализации, структуризации и дальнейшего применения в ходе обучения, планирования, проектной деятельности).

По нашему мнению, в современных условиях обучения актуальным направлениям большим потенциалом обладает применение средств, основанных на 3D-технологиях и программных продуктах, а также искусственном интеллекте (нейросетях). Так, использование виртуальной реальности улучшает понимание сложных научных концепций у детей, где 3D-моделирование является неотъемлемым процессом разработки виртуальных сред [321, 331]. Данная технология также решает задачу создания контролируемых условий реализации эксперимента или проекта, с безграничным количеством ресурсов, осуществление которого в реальности может быть невозможным из-за наличия ограничений в плане ресурсов, времени и других факторов [327].

В образовательном процессе, включающем применение современных педагогических средств, важно обеспечить эффективное взаимодействие педагога и обучающихся не только в рамках аудитории, но и за ее пределами (например: выполнение домашних заданий, самообразование). В частности,

для решения подобных задач, хотелось бы отметить такие цифровые среды как:

– Google Classroom: Это специализированная платформа в сети интернет, разработанная Google, позволяющая педагогам создавать занятия, раздавать обучающимся задания и общаться с ними в режиме реального времени (в виртуальной среде);

– AltspaceVR: Платформа, реализованная в виде виртуальной реальности. Она позволяет педагогу создать виртуальные классы и мероприятия, а обучающимся посещать их как обычные школьные занятия;

– Trello, Kaiten: Две онлайн платформы, предназначенные для организации, контроля и управления проектной деятельностью обучающихся. Она обеспечивает постановку для обучающихся целей и задач, а также позволяет следить за ходом их выполнения.

К цифровым образовательным платформам, которые включают в себя весь спектр взаимодействия педагога с обучающимися, а также полное обеспечения образовательного процесса, можно отнести:

– зарубежные платформы и среды:

Udemy: Платформа с широким выбором онлайн-курсов, созданных преподавателями со всего мира по различным темам.

edX: Онлайн-платформа, предоставляющая доступ к бесплатным и платным курсам от университетов, колледжей и организаций.

FutureLearn: Британская платформа с курсами от ведущих университетов и организаций по различным темам.

Khan Academy: Онлайн-платформа с образовательными ресурсами и видеоуроками по различным предметам.

Coursera: Известная платформа с курсами от мировых университетов и специалистов в различных областях.

XuetangX: Китайская платформа с бесплатными и платными онлайн-курсами от китайских и зарубежных университетов.

Yuanfudao: Крупная китайская образовательная платформа, предоставляющая онлайн-уроки и учебные материалы для учащихся разных

возрастов.

17zuoye: Платформа для учителей, студентов и их родителей, предоставляющая доступ к учебным материалам и заданиям.

– отечественные платформы и среды:

Stepik: Образовательная платформа с бесплатными онлайн-курсами по различным предметам, созданными российскими и зарубежными университетами.

GeekBrains: Российская онлайн-платформа с курсами по программированию, дизайну, маркетингу и другим IT-направлениям.

Skillbox: Образовательная онлайн-платформа с курсами по дизайну, маркетингу, программированию и другим техническим специальностям.

Академия Яндекса: Платформа с курсами и онлайн-лекциями по программированию, анализу данных, машинному обучению и другим IT-темам.

Вышеобозначенные решения предоставляют широкий доступ к курсам по различным предметным областям. Обучающиеся могут изучать интересующие их темы в своем темпе, в соответствии с интересами, потребностями и получать обратную связь от преподавателей. Данные решения возникли относительно недавно, выступая в качестве ответа на вызовы современного общества, которые заключаются в возникновении новых требований в области повышения эффективности процесса обучения, обеспечения его доступности и возможностей для профессионального самоопределения, саморазвития детей.

Применение выше рассмотренных технологий и цифровых инструментов в системе дополнительного образования продиктовано требованиями времени. Вполне можно согласиться с мнением А. Г. Асмолова, который пишет: «Многие из профессий, которые были самыми востребованными в 2014 году профессиями, в 2004 году даже не существовали. Те, кто сегодня учится, к 38–40 годам сменяют от 10 до 15 мест работы. На завоевание 50-миллионной аудитории уходят годы – радио для этого

понадобилось 38 лет, телевидению 13 лет, Интернету – 4 года, iPad – 3, Facebook – всего 2 года» [19]. Таким образом, многие профессии прошлого – в классическом их представлении начинают терять свою актуальность и уступают место новым, более современным.

Поэтому новые направления развития дополнительного образования обусловлены требованиями к специалистам будущего, где их подготовка во многом зависит от основных преимуществ этой системы, которая характеризуется высокой гибкостью, внедрением передовых методов обучения и т. д. Где педагогические условия реализации процесса обучения в этой системе являются наиболее эффективными в аспекте достижения поставленных целей обучения.

По мнению А.Г. Хентонен и К. В. Бельской, современные тенденции развития системы дополнительного образования и социально-экономические условия в России требуют получения именно технологического образования, связанного с информатикой, технологиями, механикой и другими смежными инженерными специальностями [264]. Мы придерживаемся схожей точки зрения, но с упором на новейшие достижения науки и техники в разных областях социальной, информационной и технологической жизни общества.

Нами был проведен анализ «Атласа профессий – 2030» [22], разработанного Агентством стратегических инициатив. Было выявлено, что «большая часть профессий будущего так или иначе будет связана с непосредственным применением технологий и потребует от будущего человека развитого кросс-отраслевого набора знаний, навыков и умений, дающего возможность найти работу в разных отраслях / на стыке отраслей и внутриотраслевого – набора знаний, умений и навыков, позволяющего работать в одной отрасли» [128].

Направления профессиональной деятельности подразделили по областям, часть из которых мы представили в таблице 1.

## Современные и перспективные направления профессиональной деятельности

Область	Наименование
Медицина	ИТ-медик, Архитектор медоборудования, Биоэтик, генетический консультант, оператор медицинских роботов и т. д.
Строительство	Специалист по модернизации строительных технологий, проектировщик инфраструктуры «умного дома», проработчер, BIM-менеджер-проектировщик, проектировщик 3д-печати, проектировщик доступной среды, экоаналитик в строительстве и т. д.
Безопасность	Аудитор комплексной безопасности в промышленности, дистанционный координатор безопасности, специалист по преодолению системных экологических катастроф, проектировщик личной безопасности, дизайнер-эргономист носимых устройств для безопасности, менеджер непрерывности бизнеса и т. д.
Авиация	Инженер производства малой авиации, аналитик эксплуатационных данных, проектировщик дирижаблей, проектировщик интерфейсов беспилотной авиации, проектировщик инфраструктуры для воздухоплавания, разработчик интеллектуальных систем управления динамической диспетчеризацией и т. д.
Культура и искусство	Куратор коллективного творчества, тренер творческих состояний, личный тьютор по эстетическому развитию, science-художник, арт-оценщик и т. д.
Образование	Координатор образовательной платформы, ментор стартапов, модератор, игромастер, организатор проектного обучения, тренер по майнд-фитнесу, экопроповедник и т. д.
Туризм и гостеприимство	Режиссер индивидуальных туров, бренд-менеджер пространств, разработчик интеллектуальных туристических систем, разработчик тур-навигаторов, дизайнер дополненной реальности, архитектор территорий, консьерж робототехники и т. д.
Медиа и развлечения	Игропрактик, продюсер смыслового поля, дизайнер эмоций, архитектор виртуальности, дизайнер виртуальных миров, инфо-стилист, медиа-полицейский и т. д.

И еще такие «отрасли как космос, сельское хозяйство, энергосети и управление энергопотреблением, водный транспорт, металлургия, легкая промышленность, индустрия детских товаров и сервисов, ит-сектор, новые материалы и нанотехнологии, робототехника и машиностроение, биотехнологии, социальная сфера, энергогенерация и накопление энергии, добыча и переработка полезных ископаемых, менеджмент, финансовый



сектор, наземный транспорт, с соответствующими им профессиями. Работодателями были отмечены следующие общие важные навыки и умения у будущих специалистов: системное мышление, междотраслевая коммуникация, мультиязычность и мультикультурность, навыки управления проектами, клиентоориентированность, знание основ бережливого производства, экологическое мышление, программирование, робототехника, искусственный интеллект, работа с людьми, работа в условиях неопределенности, навыки художественного творчества» [22, стр.1].

Как мы видим, практически везде прослеживается острая необходимость применения навыков творческой деятельности и технического творчества для получения данных профессий. Где важны не только изученные навыки и обретенные компетенции, а также практический опыт их применения – например, сформированное портфолио работ. Также необходимы навыки и знания, связанные со смежными отраслями, владение передовой информацией о новых научно-технологических достижениях.

Такие профессии как дизайнер, проектировщик, архитектор, гейм дизайнер и т. п. – продолжают иметь актуальность, но находят свое развитие и применение уже в более углубленных либо интегрированных областях созидательной деятельности. Специалисты, которые были раньше востребованы в какой-либо узкой области – становятся более универсальными, охватывая в сфере своих компетенций широкий спектр знаний, умений и навыков. Таким образом, этот процесс развития и трансформации социального заказа и научно-технического прогресса формирует новые направления в дополнительном образовании детей, где приоритетом становится обучение их таким навыкам и компетенциям, которые обеспечат их дальнейшую профессиональную деятельность.

Приобщение детей и подростков к представленным выше современным технологиям, ставшим основой профессиональной деятельности специалистов разных профилей, будет способствовать повышению уровня их готовности к получению профессионального образования. Ориентация на

развитие технических способностей обучающихся в ходе овладения ими основами современных технологий сыграет важную роль в наращивании ресурсов технического творчества. В этой связи считаем необходимо уточнить сущность понятия «развитие детского технического творчества в системе дополнительного образования», как *целенаправленного, педагогически организованного процесса включения обучающихся во взаимодействие с современными технологиями, техническими устройствами, характеризующееся применением современных средств, методов и технологий обучения, ориентированных на развитие его способностей к техническому творчеству, субъект-субъектный характер образовательных отношений, личностное развитие ребенка.*

С учетом данных условий современная система дополнительного образования обеспечит возможность формирования и развития у обучающихся навыков технического творчества, которые будут востребованы для эффективного освоения ими будущей профессии.

### **1.3. Проектирование модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования**

Активное использование компьютерных программных устройств и технологий в развитии детского технического творчества в организациях дополнительного образования предопределяет необходимость формирования теоретических основ педагогической деятельности, ориентированной на организацию взаимодействия обучающихся с современными техническими устройствами и программным обеспечением. Применение метода моделирования для исследования особенностей практической деятельности в обучении 3D-моделированию детей и подростков и построение модели развития технического творчества обучающихся на его основе позволит выделить закономерности и критерии развитости способностей к техническому творчеству.

В педагогической науке метод моделирования обоснован в работах А. А. Деркачем [81], Е. А. Лодатко [145], А. К. Марковой [157], В. Д. Шадрикова [286] и др. Обращение к данным исследованиям позволяет выделить структурные элементы модели таким образом, что они будут в упрощенном варианте представлять все стороны и свойства процесса развития детского технического творчества в обучении 3D-моделированию.

Фундаментом педагогических моделей выступают методологические подходы, на основе которых выстраивается образовательный процесс. В качестве методологической основы процесса развития детского технического творчества в организациях дополнительного образования выступают: системно-деятельностный, компетентностный, личностно-ориентированный подходы.

Системно-деятельностный подход представляет собой синтез системного и деятельностного подходов. Первые принципы и основы системно-деятельностного подхода начали формироваться в конце XIX – начале XX веков, благодаря работам Л. С. Выготского [55], П. Я. Гальперина [60], А. Г. Асмолова [20], В. П. Сухова [244] и других выдающихся педагогов, психологов, философов. К основным предпосылкам возникновения подхода относят: ориентация на отбор содержания обучения; понимание того, что образование должно быть построено на формировании у обучающегося стремления к самообразованию, самостоятельному поиску информации и решений задач [215]; необходимость обеспечения совместной деятельности педагога и обучающегося, где педагог выступает в роли руководителя [243, 296].

Понятие системно-деятельностного подхода было введено в научный оборот в 1985 году, но его строгая формулировка остается открытой темой для обсуждения. В результате анализа источников педагогической литературы мы можем определить его как: интегральную методическую систему (развивающего обучения) [244], в основе которой лежит системный подход к организации образовательного процесса [248], направленный на

формирование и развитие у обучающихся комплекса УУД, ЗУНов, способностей и компетенций в ходе реализации ими мотивированной самостоятельной познавательной и созидательной деятельности (активности) [20]. Универсальность системно-деятельностного подхода проявляется в его основных принципах: деятельности; системности; субъективности; минимакса; обеспечения психологического комфорта и творчества [243]; непрерывности, вариативности [251]; учета ведущих видов деятельности; определения зоны развития; рефлексивности; результативности [94]. Он применим к любой теории и системе обучения [270].

Выше обозначенные особенности системно-деятельностного подхода находят отражение и в другом подходе – компетентностном. По мнению О. С. Тоистевой и А. Г. Асмолова компетентностный подход является взаимообусловленной частью системно-деятельностного [21, 248], он возник как ответ на формирующиеся требования к квалификации специалистов, условиям производственного труда и состояния развития науки, техники своего времени [203]. Разработкой компетентностного подхода занимались И. А. Зимняя [102], В. И. Байденко [27], А. М. Деркач [82], А. А. Вербицкий [49], А. В. Хуторской [268], В. В. Краевский [126], П. Г. Щедровицкий [300] и другие. Он базируется на необходимости (приоритетности) формирования и развития у обучающихся определенного набора компетенций (профессиональных, общекультурных и др.), которые выступают в роли совокупности взаимосвязанных характеристик и качеств обучающегося, необходимых для реализации той или иной деятельности [34], а также как совокупность ЗУНов и способов выполнения этой деятельности [98]. Важным аспектом образовательного процесса, построенного на основе компетентностного подхода, становится ориентация на самоопределение и самоактуализацию обучающихся, их социализацию, развитие индивидуальности, формирование умений решать реальные жизненные проблемы и задачи, к которым относятся профессиональные, социальные, личностные и другие [250, 97, 268, 101, 107].

Основополагающими принципами компетентного подхода выделяются: направленность обучения на развитие творческой личности; ориентацию на развитие коммуникативных качеств обучающегося, индивидуализацию обучения; развитие профессиональной мобильности [8, 161]; сочетание традиционного и инновационного в образовательном процессе; принцип дидактической последовательности; принцип активности [122, 82]. Компетентный подход включает в себя: выбор содержания и организации образовательного процесса, способы оценки результатов образовательной деятельности [126, 134, 269]; моделирование целей и результатов процесса обучения, как системы признаков готовности обучающегося к профессиональной деятельности [27, 102].

Следующий подход – личностно-ориентированный, который также является одним из основополагающих в реализации педагогических моделей и становится неотъемлемой частью реализации подхода компетентного [78]. Проблематика разработки основ личностно-ориентированного подхода и его интеграции в образовательный процесс стала объектом изучения в отечественной педагогике относительно недавно. В разработку концептуально-понятийной структуры подхода внесли вклад В. В. Сериков [229], Н. А. Алексеев [4], Е. В. Бондаревская [41], И. С. Якиманская [309] и др. Так, по мнению В. В. Серикова, личностно-ориентированный подход основан на уважении прав ребенка в выборе своего образовательного пути, учета его индивидуальных особенностей в процессе личностного воспитания и развития [229]. Основой развития обучающегося становится его субъектный опыт (проявляющийся также в выборе познавательной деятельности и объекта познания), а главной целью выступает создание специальных условий, направленных на раскрытие и развитие личностных характеристик обучающихся [309, 308]. Основой проектирования личностно-ориентированного обучения являются: учет типа психического развития обучающихся и разработка актуальных дидактических средств, которые

учитывают возможности формирования на их основе способов деятельности и развития [4].

Выше обозначенные подходы выделяются нами в качестве методологической основы, на которой выстраивается педагогическая деятельность, направленная на развитие детского технического творчества в процессе обучения 3D-моделированию.

Проектирование педагогической модели основывается на ряде следующих важных теоретических положений:

- модель охватывает все структурные, содержательные и процессуальные характеристики деятельности обучающихся [118, 10, 294];

- педагогическая модель тесно связана определенной педагогической системой образовательной среды, что обеспечивает согласованность всех ее компонентов с этой системой [145, 315];

- при разработке качественной педагогической модели важно предусмотреть условия для эффективного педагогического управления процессом [249, 274];

- в ходе реализации модели необходимо опираться на актуальные методы и способы повышения эффективности педагогической практики [312];

- ее создание требует учета как коллективного, так и индивидуального опыта, возникающего в ходе конструктивной образовательной деятельностью всех участников [229];

- она представляет собой результат научной и преобразовательской деятельности [76, 238].

Выстраивая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования, нельзя не обратиться к современным исследованиям в области компьютеризации образовательного процесса. Сущность компьютеризации заключается в многоцелевом использовании электронных средств в образовательном процессе. Вопросы компьютеризации образования поднимаются в работах А. В. Сивопалова [230], О. Р. Ельмикеева [91], А. Ю. Уварова [254], Б. С. Гершунского [63], Е. С. Полат [205] и др. В

данных трудах рассматриваются проблемы влияния компьютеризации как составной части цифровизации на всю систему образования в целом, а также на отдельные ее аспекты (взаимодействие педагога и обучающегося, эффективность образовательного процесса, доступность обучения и т. д.). Компьютеризация образовательных процессов имеет большой потенциал в реализации развивающей функции дополнительного образования, которая предполагает определение дидактических условий обучения 3D-моделированию. Нами были проанализированы актуальные педагогические технологии, которые необходимо применять в организации современной педагогической практики. Их описание представлено в приложении 5 (см. таблицу 1). Представленные технологии являются тем средством, применение которого обеспечит эффективность взаимодействия обучающихся с учебным материалом и будет способствовать развитию у них способностей к техническому творчеству.

Важную роль в построении образовательного процесса, направленного на развитие детского технического творчества, играет непосредственное обучение методам решения творческих, изобретательских, технических задач. В свое время, Г. С. Альтшуллер выделил комплекс методов развития творческой личности: ступенчатое конструирование; метод ассоциаций; ситуационные задания и т. д. [6, 7]. По мнению В. А. Горского, методы развития детского технического творчества должны быть научно-обоснованы и иметь практико-ориентированную направленность, обеспечивая помощь педагогу в приобщении детей к проектно-конструкторской деятельности и профессиональном самоопределении [70]. Методы технического творчества, имеющие научно обоснованный фундамент, должны удовлетворять следующему ряду критериев: «они должны отражать обобщенный опыт работы изобретателей; быть достаточно понятно определены и легко актуализироваться; должны быть определены роль и место метода в творческом процессе изобретателя, а также обобщены типовые условия применимости методов» [129 стр. 4, 45].

Важно отметить, что многие исследователи 1950-х – 2000-х годов приравнивали развитие детского технического творчества к развитию навыков работы на уроках технологии, ручному труду, работу с физическими объектами и орудиями труда. В этой связи З. А. Литова актуализировала перечень задач, которые решают учащиеся в ходе обучения (разделив их на конструкторские и технологические) [144]. Перечень задач представлен в в приложении 5 (см. таблицу 2).

В современной научно-исследовательской парадигме все больше работ посвящено именно взаимодействию с программным обеспечением, информацией. Новаторство и инновации, которые являются характеристиками творческой деятельности в технической сфере и не только – теперь включают в себя и передовые разработки, новые идеи, воплощенные как в физическом объекте, так и области программирования, цифровизации, создания дополненной реальности, 3D-моделирования и т. п. (Современные методы развития технических и творческих способностей даны в приложении 5 (см. таблицу 3).

Согласно позиции Ж. В. Фоминой и А. Б. Кулаковой, образовательный процесс, ориентированный на формирование и развитие творческих способностей у обучающихся, должен обеспечивать плавный «переход от репродуктивных и формально-логических действий к творческим» [261]. Где методы решения творческих и технических задач становятся одним из системообразующих звеньев модели развития детского технического творчества.

Учет обозначенных факторов позволяет сформировать понимание необходимости включения в нашу модель обязательных компонентов, представленных в приложении 5 (см. таблицу 4).

К основным дидактическим принципам реализации модели, предполагающей развитие детского технического творчества в системе дополнительного образования, можно отнести:



- оптимальное сочетание групповой и индивидуальной учебной, познавательной, практической деятельности обучающихся;
- реализация персонифицированного характера образовательного процесса (характеризующийся обеспечением индивидуальности траектории учащегося в ходе обучения, а также реализацией авторской педагогической позиции);
- поддержка мотивации и интереса к обучению, благодаря реализации в образовательной среде: интенсивной (насыщенность педагогически влиянием, образовательными возможностями, использование интерактивных форм обучения и специализированных методов); координированной (согласованность всех субъектов образовательного процесса); насыщенной эмоционально; высокоактивной (богатой на виды деятельности и высоким созидательным потенциалом); высококонкурентной (стимулирующей желание выделиться среди других, показать свое преимущество и уметь увидеть его в других обучающихся) созидательной деятельности;
- реализация партнерства и сотрудничества между педагогом и обучающимся, а также между обучающимися (соучастие в творческом процессе, решении технических задач, поддержке комфортной эмоциональной среды и т. д.);
- обеспечение качества и результативности творческой деятельности (обеспечение положительного настроения на созидательную деятельность, проявление творческой индивидуальности, активности и т. п.);
- фокус внимания должен быть на уточнении содержания детского технического творчества (включает в себя осмысление алгоритмов и специфики технической/инженерной деятельности, теоретическую и практическую деятельность с применением методов решения творческих задач (с учетом особенностей их применения), создания и учет условий, а также методов/подходов к развитию творческих и технических способностей обучающихся и т. д.) [283].

Согласно мнению М. Б. Лиги и И. А. Щеткиной, ключевыми приоритетами современного образования выступают: цифровизация учебного процесса и всей образовательной системы, персонализированный подход к обучению, проектно-ориентированное обучение, интеграция неформального и формального видов образования, а также создание креативных/творческих пространств для сотрудничества обучающихся с представителями реального сектора экономики и промышленности [140]. В результате учета выше обозначенных факторов нами были определены актуальные педагогические технологии, на основе которых должен выстраиваться образовательный процесс, направленный на развитие детского технического творчества средствами 3D-моделирования. К таковым мы относим следующие технологии: STEM, совместного (коллаборативного) обучения, технологию портфолио, технологию модульного обучения.

Системообразующим звеном в педагогической модели является специально разработанная интегрированная образовательная программа, содержащая в себе элементы STEM-технологии. Данная технология была выбрана по причине относительной новизны и актуальности ее применения в рамках мирового масштаба.

Она представляет собой подход в обучении, интегрирующий науку, технологии, инженерию и математику [105]. И одна из популярных ее разновидностей – STEAM, где добавляется искусство (включение творческих дисциплин в образовательный процесс) [17]. Ее появление прежде всего связывают со стремлением общества и всей системы образования адаптироваться к эпохе современной промышленной революции (Индустрии 4.0), характеризующуюся ростом спроса на инженерные и технические кадры, их дефицитом в крупных компаниях и т. п.

STEM-технология в образовании активно внедряется за рубежом. В России ее внедрение связывают с 2010 годом, когда многие ВУЗы страны вступили в международную сеть лидеров образования, а уже в 2014 году руководство нашей страны выступило с посланием Федеральному Собранию

[278, 124], где были четко обозначены приоритеты в обучении будущих специалистов инженерно-техническим специальностям и повышения влияния России на международной технологической и экономической арене.

По мнению М. Г. Успаева и А. М. Гачаева, именно данная технология, ориентированная на подготовку будущих новаторов, специалистов и инженеров, в разных странах мира признается как педагогическая инновация XXI века [255]. С данной позицией согласуется мнение П. О. Евгеньевны, которая видит развитие системы образования во внедрении интегрированного обучения, построенного на базе STEM-технологии [216].

Метод проектов (проектный подход), является неотъемлемой частью STEM-технологии и является одним из самых эффективных в мировой педагогической практике, активно развивается многими исследователями. В зарубежных источниках нам удалось выявить как минимум пять различных вариаций данного образовательного подхода [336]: обучение, ориентированное на актуальные социальных вызовы (challenge-based learning) [333]; проблемно-ориентированное обучение (problem-based learning); обучение, привязанное к контексту окружения и места (place-based learning) [334]; обучение, базирующееся на практике (activity-based learning) [332]; обучение через созидательную (дизайнерскую) деятельность (design-based learning) [311]. Правильная реализация проектного подхода в обучении позволяет организовать эффективное развитие детского технического творчества, также является одним из наиболее успешных способов усвоения знаний, накопления практического и исследовательского опыта у обучающихся, а также социального и профессионального развития их личности [277].

Изучением вопросов, связанных с проектным подходом и его разработкой, занимались С. Т. Шацкий, Д. Дьюи, У. Килпатрик и другие. По мнению У. Килпатрика, проектный подход характеризуется реализацией типологически различных проектов: ориентированные на выполнение какого-либо плана или связанные с реализацией идеи; позволяющие получить

определенный эстетический опыт; ориентированные на выявление способов решения проблемы, которая может находиться в одной из плоскостей (научной, технической, деловой, социальной и др.); позволяющие обучающимся приобретать специальные умения, навыки и знания [336]. Проектная работа в группах позволяет развивать коммуникативные навыки и коллективное мышление; активное вовлечение и экспериментирование позволяют учащимся открывать знания и понимание на собственном опыте. Они не являются бездействующими наблюдателями, а активно участвуют в проекте, решении реальных задач: проекты, над которыми работают ученики, отражают реальные проблемы и задачи реального мира.

В опоре на современные технологии у обучающихся формируется проектное мышление, навыки проектной и исследовательской деятельности. Проектное мышление включают в себя: планирование (способность разработать план действий для достижения целей проекта); организацию (способность распределять задачи и ресурсы для достижения целей проекта); креативное мышление (способность генерировать новые идеи); анализ (способность изучать информацию и данные, для принятия обоснованных решений); решение проблем (способность идентифицировать и решать проблемы, которые могут возникнуть во время выполнения проекта); коммуникацию (характеризующуюся пониманием и эффективным взаимодействием с другими участниками проекта, включая эффективное общение, презентацию, обсуждение идей и результатов); работу в команде (способность сотрудничать и достигать общих целей, разрешая конфликты и управляя коммуникацией); адаптацию (способность адаптироваться к изменениям, возникающим в процессе выполнения проекта) [319].

К основным задачам современного обучения многие исследователи относят следующие: развитие критического мышления; формирование коммуникативных и коллективных навыков; развитие практических навыков и компетенций; повышение мотивации учащихся к обучению [65, 53].

Под критическим мышлением понимается как «рациональное рассмотрение разнообразия подходов с тем, чтобы выносить обоснованные суждения и вариативные (альтернативные) решения задач» [117, стр. 314]., так и способность оперировать фактами, интерпретировать поступающую информацию, ставить ее под сомнение, подвергать собственному анализу и оценке [16, 313]. Наиболее эффективно критическое мышление развивается в групповой деятельности, что обусловлено взаимодействием обучающихся с коллективом, проведением дискуссий, выявлением спорных моментов, поиском решения проблем и отстаиванием своей точки зрения [287].

Следующей актуальной технологией для нашей модели и программы является технология коллаборативного обучения, которая представляет собой интерактивный вид совместного обучения, построенный на групповой деятельности обучающихся [182, 28] и базируется на определенных принципах, отличающих его от других видов совместного обучения: работа обучающихся строится как в коллективном взаимодействии в соответствии с общей целью, так и по отдельности (синергия коллективной и индивидуальной работы); педагог, в данном контексте, выступает как равноправным членом группы, так и наставником, консультантом, направляющим деятельность обучающихся в правильное русло; наличие заранее продуманного плана обучения (преподаватель создает условия для достижения образовательных целей путем подготовки альтернативных вариантов заданий и решений); ответственность за выполнение заданий лежит на каждом из обучающихся, что позволяет развивать у них самостоятельность и способности четко выражать собственные мысли, идеи, аргументировать свою точку зрения (даже если это приводит к разногласиям и конкуренции); взаимопонимание и уважение вклада, а также способностей каждого члена группы; группа выступает как средство взаимопомощи, предоставления информации, мотивации, и среды построения коллективного знания (обеспечение синергии ресурсов, компетентностей и творческих способностей обучающихся); организация взаимного оценивания и поддержки [182, 93, 56].

Важным, с нашей точки зрения, остается разграничение двух технологий (кооперативного и коллаборативного обучения), которое дал П. Дилленбург: кооперация предполагает разделение сил и ресурсов для достижения общей цели, а коллаборация предполагает совместное объединение усилий для обеспечения коллективного решения задач [320]. В связи с этим, мы решили включить именно коллаборативное обучение в педагогическую модель и образовательную программу.

Также стоит отметить необходимость включения технологии проблемного обучения, которая «рассматривается как метод (способ, технология) творческого, продуктивного освоения знаний» [202, стр. 272]. В эффективности обучения большой потенциал имеется у технологии портфолио. Ее включают в образовательный процесс для достижения различных целей: анализ и оценка практической деятельности обучающихся; общее повышение качества обучения. Включение данной технологии в образовательный процесс позволяет увидеть результаты усвоения учебного материала обучающимися детьми и подростками, сформировать готовое портфолио работ для обеспечения их успеха в дальнейшей профессиональной деятельности.

Анализ положений в области теории обучения позволил выделить дидактическую основу модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования, определить степень важности педагогических технологий, обеспечивающих условия для развития самостоятельности действий обучающихся, организации интерактивного коллективного взаимодействия, создания развивающей творческой среды.

В контексте реализации проектного подхода в 3D-моделировании основными целями деятельности могут выступить: разработка игровых персонажей, архитектурных сооружений, средств передвижения и других виртуальных объектов, которые в дальнейшем будут интегрированы в общее пространство, одну цифровую платформу – где будет произведена индивидуальная оценка работы каждого обучающегося и возможность ее

интеграции в общий проектный результат. Такой содержательный подход к реализации модели позволит обеспечить эффективное развитие и оценку способностей технического творчества обучающихся.

Проектирование содержательного аспекта модели предполагает исследование технологии 3D-моделирования и разработку соответствующей образовательной программы. В настоящее время подобные программы активно создаются и реализуются в педагогической практике [146, 252, 197, 99, 201, 256, 156]. По мнению авторов, освоение направления 3D-моделирования и компьютерной графики позволяет развивать творческое, техническое, абстрактное, пространственное и проектное мышление обучающихся. 3D-моделирование в системе дополнительного образования становится актуальным и эффективным инструментом для стимулирования и развития детского технического творчества [266, 58]. Существенное преобладание, в применении технологий 3D-моделирования, образно-визуального восприятия позволяет повысить эффективность обучения, формирования необходимых компетенций и компетентности в области технического творчества [178]. Кроме того, деятельность по моделированию способствует формированию мотивированной познавательной активности школьников, обеспечению их адаптации к современным достижениям науки и техники, а также развитию высших психических функций (внимания, памяти, логического мышления, творческого мышления и т. д.), аккуратности, самостоятельности в учебном процессе [172]. Поддержка и развитие детского технического творчества с применением технологий 3D-моделирования соответствует актуальным и перспективным потребностям личности, а также стратегическим приоритетам Российской Федерации [123, 195, 171].

3D-моделирование определяется как процесс создания трехмерного объекта (его модели), с помощью компьютерной графики. Данная технология находит применение в разных сферах и областях научно-исследовательской, теоретической и практической деятельности человека: геология [86], медицина [186], строительство [92], игропроизводство [1], кинопроизводство

[116] и т. д. Его также используют в прототипировании, 3D-печати реальных объектов и макетов, которые в дальнейшем могут послужить основой создания полноценных изделий, техники и других продуктов созидательной деятельности человека [75]. Важной частью процесса 3D-моделирования является применение специализированных компьютерных программ, в зависимости от выбранной предметной области [86]. К наиболее популярным программам реализации процесса относят: Blender, Zbrush, 3dsMax [131], SketchUp, Lego Digital Designer, Sculptris [64], AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex [40]. Каждая из программ имеет определенную область применения и свои особенности, которые должны служить решению разных задач в соответствующей сфере деятельности.

Таким образом, 3D-моделирование может выступать как средство развития детского технического творчества. Развитие технического творчества обучающихся с применением данной технологии – требует наличия четкого представления об образовательных целях и задачах, которые должны быть достигнуты и решены в ходе обучения. Синтез 3D-моделирования и дидактических составляющих развития детского технического творчества создает синергетический эффект в обучении, достигаемый в результате реализации:

- *комплексного подхода* (программа обучения содержит в себе практические занятия по 3D-моделированию с применением методов решения творческих задач, где целью обучения является реализация проекта);

- *решения реальных проблем и вызовов, стимулирования самостоятельности* (проекты должны иметь реальное применение, что будет способствовать развитию мотивации у обучающихся, пониманию ими практической ценности созидательной деятельности; способствовать самостоятельным исследованиям, экспериментам и поиску решений);

- *критического мышления, междисциплинарности, дизайна и эстетики* (работа с 3D-моделированием: способствует развитию умений анализировать и оценивать созданные модели с точки зрения функциональности, эргономики,



эстетики; требует учета деталей, пропорций, цветовой гаммы и композиционных решений, что способствует развитию пространственного и дизайн-мышления обучающихся; позволяет видеть взаимосвязи между разными объектами и явлениями, обеспечить синергетический эффект в результате применения знаний и навыков в разных областях; детерминировать наиболее успешные и эффективные подходы в решении задач);

– *способности к быстрой адаптации в меняющихся условиях* (обучающиеся осваивают навыки оперативного приспособления к новым условиям, новым инструментам и технологическим решениям);

– *безграничные возможности виртуальной среды* (потенциал для реализации различного рода творческой деятельности в виртуальной среде программного обеспечения практически не имеет ограничений, что способствует максимальному развитию творческих способностей обучающихся);

– *проявление индивидуальности в групповой работе* (индивидуальный проект обучающегося должен быть неотъемлемой частью группового проекта, что будет способствовать развитию у него навыков коммуникации, сотрудничества, коллаборации и т. д.; эффективное взаимодействие с использованием комбинированных методов обучения, групповой работы и индивидуального наставничества способствует максимальному раскрытию потенциала каждого обучающегося в этой области);

– *профессиональное становление и адаптация* (создание портфолио проектов и работ способствует профессиональному развитию обучающихся, их эффективному самоопределению, самореализации, интеграции в профессиональное общество);

– *оценивание работы* (оценка должна учитывать не только техническое мастерство, но и оригинальность, инновационность, завершенность решений).

В свою очередь проектирование педагогической модели развития детского технического творчества предполагает определение критериев и показателей результативности. В ходе проведенного исследования нами были

определены следующие критерии развития навыков технического творчества детей и подростков: *когнитивный, мотивационный, праксиологический, технико-творческий*. В таблице 2 представлены критерии, показатели и измерительный материал, который может быть использован для выявления степени сформированности указанных критериев.

Таблица 2

**Критерии, показатели и диагностический инструментарий для выявления развитости способностей обучающихся к техническому творчеству**

Наименование критерия	Показатели сформированности	Методика измерения
Когнитивный	Определяется уровнем освоения знаний по основным направлениям подготовки (знание особенностей сферы 3D-моделирования и компьютерной графики), знание сфер профессиональной деятельности, где данная технология является востребованной.	Авторская методика
Мотивационный	Уровень способностей к саморазвитию и самообразованию в области овладения технологией 3D-моделирования и стремления использовать ее в настоящей и будущей деятельности.	Тест Андреева
Праксиологический (деятельностный)	Уровень сформированности знаний о проектной деятельности и владения навыками проектной деятельности в области 3D-моделирования и компьютерной графики	Авторская методика
Технико-творческий	А) Уровень сформированности технических способностей Б) Уровень сформированности творческого мышления В) Уровень развития пространственного мышления Г) Уровень знаний методов решения творческих задач	А) Тест Беннета Б) Тест Торренса В) Тест Якиманской Г) Авторская методика

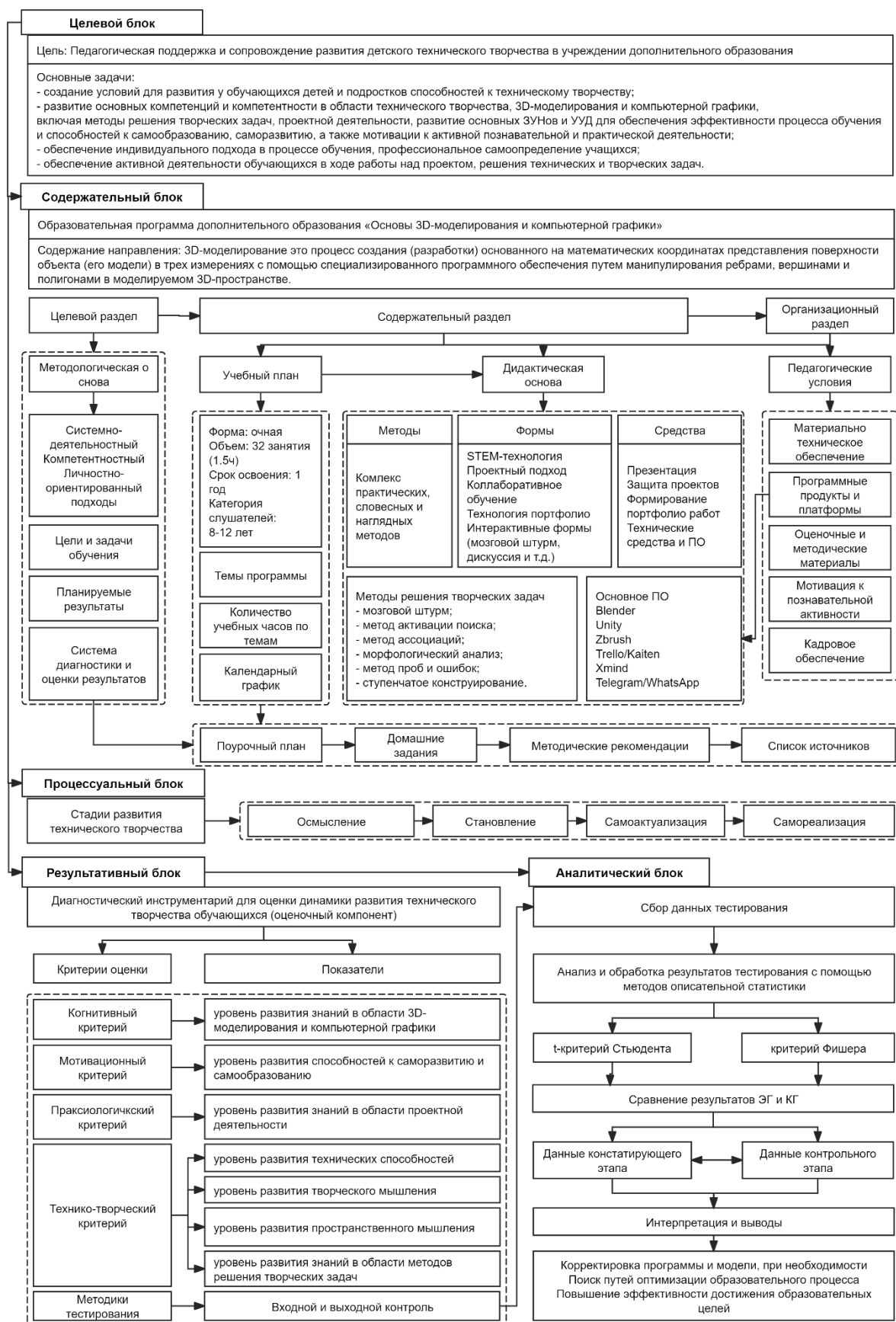
В результате выявления и теоретической аргументации указанных выше факторов, оказывающих значительное влияние на образовательный процесс, в соответствии с исследовательской целью и задачами нами была разработана педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования, представленная на рисунке 1.

Модель представляет из себя структурно-функциональную систему, которая содержит в себе комплекс целевого, содержательного, организационного, процессуального, результативного и аналитического блоков.

**Целевой блок** содержит перечень основных целей и задач образовательного процесса.

**Содержательный блок** реализуется в рамках специальной образовательной программы по 3D-моделированию, определяющим логику и последовательность изучаемых тем, сроки прохождения, цели и задачи обучения. Он ориентирован на развитие у обучающихся комплекса специальных ЗУНов и УУД, включающих в себя: способности к поиску, обработке и структурированию поля информации; навыки работы с специализированной техникой, ПО; обладание и умение применять системные знания в области технического творчества, также в сфере 3D-моделирования и проектной деятельности; навыки ориентированные на самообучение, самоорганизацию и саморазвитие; навыки коммуникации, включающие в себя умение выстраивать конструктивный диалог, дискутировать на различного рода темы и принимать ответственность за выбранные решения; устойчивый интерес к познавательной деятельности, а также индивидуальной и групповой работе над проектами.

Методологической основой данной модели служит комплекс: *компетентностного, системно-деятельностного, и личностно-ориентированного подходов к обучению*. Содержательный блок модели включает в себя теоретические основы теории творчества, технического творчества, дидактическую основу образовательной программы, учебный план.



**Рис. 1.** Педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования.

Прохождение программы курса предполагает вовлечение обучающихся в изучение ключевых тем, охватывающих следующие взаимосвязанные аспекты:

– *концептуальный* (определение сущности технологии 3D-моделирования, основ компьютерной графики и разработки игр; определение потенциала успешного освоения образовательной программы и ее значимости в области практической деятельности);

– *прогностический* (приобретение навыков планирования деятельности, определения ключевых целей и задач (целеполагание));

– *технологический* (освоение методов решения творческих задач; получение практического опыта в проектной деятельности, как в группах, так и индивидуально; приобретение навыков работы со специальным ПО, оборудованием и техникой в сфере 3D-моделирования; навыки создания презентаций и защит проектов);

– *деятельностный* (обеспечение активного участия в проектной деятельности, направленной на достижение поставленных целей; обеспечение самоконтроля в ходе реализации учебного процесса; обеспечение грамотного взаимодействия в коллективе, самоорганизация коллективной деятельности в ходе решения творческих задач);

– *рефлексивный* (вовлечение учащихся в экспертную оценку своей деятельности, деятельности одноклассников; вовлечение в процесс анализа и оценки хода реализации проекта; определение сильных и слабых сторон своего проекта, определение способов повышения эффективности и качества работы).

Ключевым аспектом содержательного блока являются следующие элементы:

1) Интерактивный формат обучения; акцент на использовании современного оборудования и материалов, а также ориентация на запросы обучающихся, их семей и общество.

2) Принципы построения программы обучения: полнота и согласованность учебного материала по выбранному направлению; структурирование обучения по блокам (модулям), что способствует достижению конкретных целей обучения при разных уровнях сложности учебного материала; четкая структура содержательной части обучения, для решения специфических задач программы; гибкость модулей, позволяющая своевременно обновлять их содержание, для повышения эффективности образовательного процесса; создание условий для оперативной обратной связи между педагогом и обучающимися; наличие возможности реализации проектной деятельности; обеспечение начального и итогового контроля знаний учащихся, уровня усвоения содержания программы курса.

Содержательное наполнение модели предполагает, что педагог и обучающиеся должны четко определить ключевые компоненты технического творчества: включая знания из специальной и смежных областей деятельности; личностные качества детей и подростков, проходящих обучение (мировоззрение, мотивация и т.д.); владение компетентностью в теории и практике применения методов решения творческих задач; способности к адаптации в условиях неопределенности (генерирование новых идей, прогнозирование результатов и адекватная оценка ситуации); навыки организации познавательной деятельности (определение целей и ключевых задач, выявление приоритетов в деятельности, поэтапное планирование работы, умение распределять ресурсы в ходе работы); мотивация к достижению необходимых результатов.

Педагогическая модель предполагает создание условий для развития технических способностей, творческого мышления, пространственного мышления, навыков проектной деятельности у обучающихся, способностей к самообразованию и саморазвитию. А также следующих качеств личности: умения детерминировать личный образовательный потенциал и образовательные проблемы, находить необходимые варианты решения; умение эффективно использовать источники информации и программные

продукты для успешной реализации проекта, проявлять свою индивидуальность на занятиях, принимать участие в групповом обсуждении и расширять рамки занятий; ценностный и ответственный подход к самообразованию, саморазвитию.

Таким образом, содержательный блок направлен на развитие у обучающихся профессиональной культуры, что включает в себя:

- концептуальное понимание изучаемого материала и направления;
- владение современными информационно-коммуникационными технологиями, навыками работы с техникой и программным обеспечением;
- наличие потенциала применения полученных компетенций в будущей профессиональной деятельности как в выбранной области, так и в смежных;
- наличие устойчивой мотивации к повышению личного образовательного и профессионального потенциала через самоорганизованную, саморазвивающую активность.

Для обеспечения вышеобозначенных факторов модель предполагает наличие в организационном разделе образовательной программы специального комплекса педагогических условий. Где в задачи педагога, по обеспечению этих условий, входили: подготовка к занятиям, передача основных и дополнительных знаний по приоритетному и смежным направлениям; стимулирование познавательного интереса учащихся во время и после занятий, путем непрерывного взаимодействия и консультативной поддержки; подготовка, выдача и последующая оценка домашних заданий; мотивация на деятельность, изучение нового материала и коллективное взаимодействие между обучающимися. А в задачи организации входило материально-техническое обеспечение обучающихся и педагога (современное оборудование, материалы, техника, программное обеспечение и т. д.).

Эффективная реализации педагогических задач предполагает соответствие педагога следующим требованиям: владение навыками технического творчества, 3D-моделирования и компьютерной графики; опыт работы по основному направлению обучения; владение теоретическими и

практическими навыками преподавательской деятельности; готовность внедрять новые методы в образовательную среду; готовность изучать новые технологии и программные продукты для обеспечения высокого качества образовательного процесса; готовность к постоянной поддержке, консультациям и сопровождению обучающихся на всех этапах прохождения программы курса; готовность обеспечить связь обучающихся с техническими устройствами, объяснять основной материал программы курса и дополнять примерами из своего опыта практической деятельности.

Содержание **процессуального блока** включает несколько ключевых этапов развития технического творчества обучающихся:

*а) Стадия 1. (осмысление)* – на этом этапе обучающиеся начинают осознавать свои образовательные возможности как будущего специалиста в области 3D-моделирования, компьютерной графики, технического творчества;

*б) Стадия 2. (становление)* – обучающиеся начинают формировать цели, задачи, расставлять приоритеты в обучении, прохождения программы курса, осуществления проектной деятельности;

*в) Стадия 3. (самоактуализация)* – происходит моделирование собственной проектной и творческой деятельности обучающимися, на этом этапе они преобразуют приобретенные навыки и опыт в стремление к саморазвитию и продолжению обучения в выбранной области;

*г) Стадия 4. (самореализация)* – реализация и аргументация обучающимися собственных убеждений, опыта, методов технического творчества, профессионального подхода к задачам и проектной деятельности (успешное достижение поставленных целей; убежденность в качестве достигнутых результатов, полное осознание накопленного опыта и практической деятельности; наличие компетентности в 3D-моделировании и техническом творчестве).

Таким образом, направленность процессуального блока носит практико-ориентированный характер деятельности обучающихся, тесно связанную с различного рода методами решения творческих и технических задач. В ходе



обучения они развивают навыки презентации и защиты проектов, обоснования своих решений, умение вести дискуссии по вопросам технического характера и творческой деятельности, 3D-моделирования и компьютерной графики.

**В результативном блоке** представлена система измерения развитости способностей к техническому творчеству у детей и подростков (диагностический инструментарий) и динамика их развития. Среди ключевых показателей: повышение уровня заинтересованности обучающихся к новым знаниям, умениям и навыкам; рост накопленного образовательного и практического опыта в области технического творчества, в аспекте 3D-моделирования и компьютерной графики; формирование системы ценностей в профессиональной деятельности, устойчивых принципов; повышение уровня компетентности в области командной и проектной работы; высокая инициативность и ответственность за принятие решений; повышение навыков коммуникации и коллективного взаимодействия; рост уровня осознанности, самооценки, самоанализа и эффективности в деятельности.

Результативный блок включает в себя критерии сформированности у обучающихся компетенций и компетентности в области технического творчества: *когнитивный, праксиологический, мотивационный, технико-творческий*. А также *оценочный компонент модели (диагностический комплекс)*, который направлен на определение уровня развитости способностей к техническому творчеству обучающихся в системе дополнительного образования.

**В аналитическом блоке модели** содержится описание процесса сбора данных тестирования. В результате диагностики обозначенных в модели показателей (уровней) формируется оценка эффективности педагогической модели и образовательной программы. Проводится, при необходимости, дополнительная доработка ее структурно-содержательных элементов.

Таким образом, в ходе освоения образовательной программы обучающиеся формируют и развивают компетенции и компетентность в области технического творчества. Их закрепление и развитие также

обеспечивается выполнением домашних заданий, требующих самостоятельного поиска информации, ее анализа и структурирования, поиска видео-уроков (дополнительных материалов) и т. д. Дополняющие знания приобретаются в ходе самоорганизованной деятельности обучающихся во внеучебное время, направленной на самообразование и саморазвитие. Этот процесс обуславливается ключевыми мотивационными факторами и специальным содержанием обучения: предоставление необходимых и достаточных навыков и знаний для поиска и обработки информации; стимулирование и поощрение педагогом исследовательской деятельности обучающихся; выявление полезного потенциала применения освоенных знаний; поощрение своевременного выполнения задания; организация соревновательной активности между обучающимися; личностно-ориентированным подходом в обучении, который обеспечивает возможность каждому обучающемуся раскрыть свой потенциал и подчеркнуть индивидуальность.

Применение метода моделирования позволило выявить ряд закономерностей, которые имеют место в процессе развития детского технического творчества:

- направление образовательной программы (3D-моделирование);
- характеристики образовательной среды, такие как: архитектура и дизайн класса; окружающая обстановка вокруг образовательного учреждения (природа, инфраструктура и т. д.); качество и количество оборудования, техники и материалов (их соответствие целям и задачам обучения);
- личностные качества обучающихся и педагога, а также характеристики их взаимодействия: тип личности, особенности восприятия, память, мышление, мотивация, ценности, жизненные планы, методики преподавания, стиль общения, пересечение когнитивных стилей и т. д.;
- социально-эмоциональную атмосферу в классе, образующуюся между участниками коллектива;

- характеристики обучающегося (возрастная и по стадии обучения: дошкольник, школьник, студент), характеристики субъекта педагогической деятельности (педагог, коллектив, руководитель учреждения и т. д.);
- технологические условия организации образовательной деятельности (формы, средства, методы приемы обучения);
- внутренние особенности учреждения: традиции и правила; ее структура; характеристика педагогического состава (наличие теоретического и практического опыта у педагога, готовность внедрять новые педагогические практики в образовательный процесс, развитые компетенции в области технического творчества и преподавательской деятельности);
- внешнюю среду взаимодействия с учреждением (родители, иное образовательное учреждение, государственная политика и т. д.);
- требования к навыкам и компетенциям, духовным и культурным ценностям, которые необходимо развить у учащихся;
- принципы и закономерности педагогического процесса, организуемого в системе дополнительного образования.

Таким образом, в нашем исследовании мы выделяем три наиболее общих и фундаментальных компонента условий в педагогической модели, реализация которой способствует эффективному развитию детского технического творчества в учреждениях дополнительного образования:

- а) *дидактические условия*, характеризующиеся применением современных педагогических технологий, актуальных форм организации образовательной деятельности (интерактивные формы, групповая и индивидуальная работа) и соответствующих методов;
- б) *материально-технические условия* (учебные аудитории с современным оборудованием и предметно-развивающими составляющими окружения; необходимое программное обеспечение, соответствующее требованиям образовательного процесса);
- в) *условия взаимодействия* (между педагогом и обучающимися, между педагогом и родителями, коллективное взаимодействие обучающихся между

собой, их техническое и технологическое оснащение – для обеспечения эффективного и комфортного взаимодействия).

### **Выводы по первой главе**

Изучение вопроса развития детского технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования, позволило выявить структурно-содержательную характеристику основных понятий исследования:

– *детское техническое творчество: «это вид продуктивной деятельности детей и подростков, связанной с решением технических задач, ориентированных на самостоятельное создание новых или обновление имеющихся технических средств, устройств, систем, программного обеспечения, физических и виртуальных объектов, а также их моделей»;*

– *способности к техническому творчеству: «это свойства человека, включающие в себя синтез общих и специальных качеств, которые проявляются во взаимодействии с объектами реального и виртуального мира, техникой, технологиями и информацией, в ходе решения задач технического характера, требующих творческого подхода»;*

– *развитие детского технического творчества в системе дополнительного образования: «целенаправленный, педагогически организованный процесс включения обучающихся во взаимодействие с современными технологиями, техническими устройствами, характеризующееся применением современных средств, методов и технологий обучения, ориентированных на развитие его способностей к техническому творчеству, субъект-субъектный характер образовательных отношений, личностное развитие ребенка».*

Техническое творчество связывает в единое целое различные направления деятельности, и вовлечение в этот процесс позволяет обучающимся приобретать практические навыки, а также осваивать умение выбирать и эффективно применять методы и инструменты для решения поставленных задач. Что способствует достижению личных образовательных

целей, которые можно соотнести с актуальными потребностями как современного общества, так и государства.

Существенное влияние на развитие детского технического творчества в учреждениях дополнительного образования имеет разработка и внедрение специальной педагогической модели, которая содержит комплекс блоков: целевой, содержательный, процессуальный, результативный и аналитический. Основным компонентом модели является образовательная программа, отвечающая всем требованиям и стандартам к ее структуре, содержанию и целям образовательного процесса. Процесс обучения ориентирован на развитие способностей детей и подростков к техническому творчеству. Особое внимание также уделяется формированию интереса у обучающихся к познавательной и практико-ориентированной деятельности.

3D-моделирование является актуальным направлением современного обучения в организациях дополнительного образования, выступая эффективным средством развития способностей к техническому творчеству у детей и подростков:

- профессиональные знания, умения и навыки в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики;
- профессиональные знания, умения и навыки работы с программным обеспечением специального назначения и техническими устройствами;
- творческое, техническое и пространственное мышление;
- профессиональные знания, умения и навыки проектной деятельности;
- освоенная теория и практика методов решения творческих задач.

Успешное развитие способностей к техническому творчеству у детей и подростков в результате освоения образовательной программы обеспечивается применением актуальных педагогических технологий, встроенных в образовательный процесс. К таким относятся: STEM-технология, обучение модулями, коллаборативное обучение, технология портфолио.

Освоение программы дополнительного образования по 3D-моделированию и компьютерной графике способствует развитию навыков

практической реализации теоретических знаний в самостоятельной исследовательской, дизайнерской, творческой, конструкторской, проектной и трудовой деятельности. Кроме того, это обучение способствует успешному профессиональному самоопределению обучающихся.

Процесс развития детского технического творчества в учреждении дополнительного образования также во многом зависит от внутренних и внешних педагогических условий, в которых он реализуется. К основным и общим условиям относятся: *дидактические условия; материально-технические условия и условия взаимодействия.* Их применение в педагогической практике осуществляется на основе *системно-деятельностного, компетентностного, личностно-ориентированного методологических подходов* с учетом теоретических положений по проблемам творчества, творческих способностей и их развития в процессе образовательной деятельности детей и подростков.

В эффективной реализации образовательных программ организаций дополнительного образования необходимо учитывать:

- личностные интересы и способности обучающегося, организуя образовательный процесс в зоне его ближайшего развития;
- организация специальной предметно-пространственной образовательной среды, ориентированной на развитие;
- ориентацию на современные государственные и общественные инициативы и стандарты, отраженные в стратегических приоритетах государственной политики, включая профориентационную работу с обучающимися;
- современные дидактические идеи, возможности педагогических технологий в организации взаимодействия обучающегося с учебным материалом, постоянно повышая его интерес к познанию нового;
- внутренние особенности и традиции учреждения, ее структурные возможности, характеристику педагогического состава;

- потенциал и ресурсы внешней среды, которые могут быть использованы для решения образовательных задач;
- требования к навыкам и компетенциям, духовным и культурным ценностям, которые необходимо развить у обучающихся;
- принципы и закономерности педагогического процесса;
- государственная поддержка системы дополнительного образования (такие как гранты, дополнительное финансирование и т. п.);
- экономические условия развития системы (сформированный спрос со стороны родителей и детей на получение дополнительных знаний и навыков профориентации и т. д.).

Важную роль в педагогической модели, ориентированной на развитие детского технического творчества, также играет образовательная среда, в которой реализуется процесс обучения. Она должна способствовать творческому развитию личности обучающегося, повышению мотивации к познавательной, практико-ориентированной и исследовательской деятельности, обеспечению психологического комфорта и эффективного коллективного взаимодействия между обучающимися.

Совокупность вышеобозначенных компонентов модели позволяет сформировать эффективную систему развития детского технического творчества. Где основными критериями оценки развитости способностей к техническому творчеству обучающихся можно отнести:

- *когнитивный* (обучающийся демонстрирует устойчивые профессиональные знания сферы 3D-моделирования и компьютерной графики, обладает знаниями из смежных областей; демонстрирует необходимые и достаточные знания, навыки, направленные на поиск и систематизацию необходимой информации; владеет навыками решения задач различного генезиса и направленности, способностью критически воспринимать явления, факты (критическим мышлением); демонстрирует навыки эффективного приобретения новейших знаний их накопление, структуризацию и работу с ними);

– *праксиологический* (обучающийся демонстрирует успехи в практико-ориентированной деятельности и достижении поставленных целей, самостоятельном изучении материала и выполнении домашних заданий; высокую степень коммуникабельности и навыков командной работы; высокий уровень компетентности в области практической проектной работы; презентации и защиты собственных проектов, путем аргументации, дискутирования, саморефлексии);

– *мотивационный* (обучающийся демонстрирует высокий уровень развитости способностей к саморазвитию и самообразованию, обусловленный интересом к познавательной, исследовательской и проектной деятельности; активно ведет самостоятельную работу во внеучебное время, характеризующейся поиском дополнительной информации и решением поставленных учебных задач);

– *техничко-творческий* (обучающийся демонстрирует высокий уровень технических способностей, творческого мышления, пространственного воображения, владения знаниями о методах решения творческих задач; поиска и генерации новых идей; применяет усвоенные знания, умения и навыки, комбинирует известные способы деятельности и мышления, а иногда создает новые способы решения задачи; владеет навыками коррекции своих действий; демонстрирует умение нестандартно мыслить и проявлять активность в ходе обсуждения и планирования проектной деятельности и образовательного процесса в целом).

Построение и обоснование педагогической модели, а также специальной образовательной программы по развитию детского технического творчества в системе дополнительного образования – достаточно трудоемкий процесс, который требует предельного внимания к деталям, понимания важности и необходимости реализации подобной практики во многих учреждениях дополнительного образования. Мощным стимулом в поисках и внедрении оптимальных педагогических условий модели является не только ее теоретическое обоснование, но и эмпирический поиск, проведение



педагогического эксперимента, апробация содержательных элементов образовательного процесса, что подтверждается точкой зрения А.В. Андрейчука [13], М.С. Новоселовой [194], Д.А. Махотина [166], Е.А. Демидовой [80] и др. Выбор и фильтрация эффективных средств и условий способствует конструированию более совершенной педагогической системы, которая может стать основой для ее широкого применения во всех учреждениях дополнительного образования страны.

Крайне важно в развитии технического творчества детей в системе дополнительного образования – уделить особое внимание не только процессу построения обучения, его теоретическим и дидактическим аспектам, но и материально-техническому и программно-информационному компонентам педагогических условий (включенных в педагогическую модель). Актуальность которых должна быть обеспечена осведомленностью педагога о современном состоянии развития науки, техники, технологий и программного обеспечения и его готовностью внедрять их в практику образовательного процесса. В настоящее время актуальность и востребованность имеют такие технологии как: нейротехнологии, искусственный интеллект, 3D-моделирование и компьютерная графика, программирование, мобильная робототехника, разработка и управление дронами и т. д.

Применение метода моделирования в процессе проводимого исследования позволило не только построить идеальный образ действий в развитии детского технического творчества средствами 3D-моделирования, но и апробировать разработанную педагогическую модель в процессе экспериментального исследования. Далее мы рассмотрим экспериментальную часть нашего исследования, где будут отражены основные результаты опытного применения модели в практике образовательного процесса.

## Глава II. Экспериментальная проверка модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования

### 2.1. Описание организации экспериментального исследования

Опытно-экспериментальная часть исследования реализована в ЧОУ «Андромеда», также нами был изучен опыт других частных организаций дополнительного образования, «проведен анализ образовательных программ и направлений, реализуемых данными учреждениями: Алгоритмика; Нетология; Школа 21; Акрум; Колибри; Технорама; Фанарт кидс; Без уроков; Робоскул; Эльскул; Робоунивер; Инжинириум. Результат исследования представлен в сравнительной таблице 3, где указаны наименования учреждений и перечень основных направлений, реализуемых в каждом из них» [129, стр. 6].

Таблица 3

**Сравнительная таблица наличия перечисленных направлений в  
частных учреждениях дополнительного образования**

Наименование учреждения	Программирование	Робототехника	Интернет вещей	Нейротехнологии	Проф-ориентация	Квадрокоптеры	3D-Моделирование	Дизайн и архитектура
Андромеда	+	+	+	+	+	+	+	+
Алгоритмика	+	-	-	-	-	-	-	-
Нетология	+	-	+	+	-	-	+	+
Школа 21	+	+	-	+	-	-	-	-
Акрум	+	+	-	-	-	-	-	-
Колибри	+	+	-	-	-	-	-	-
Технорама	+	+	-	-	-	-	-	-
Фанарт кидс	-	-	-	-	-	-	-	+
Без уроков	-	-	-	-	-	-	-	+
Робоскул	-	+	-	-	-	-	-	-
Эльскул	+	+	-	-	-	-	-	+
Робоунивер	-	+	-	-	-	-	-	-
Инжинириум	+	+	-	-	-	-	+	+

По результатам проведенного анализа был сформирован список образовательных программ, которые напрямую связаны с техническим творчеством: «программирование; мобильная робототехника; технологии интернет вещей; нейротехнологии; профориентация; квадрокоптеры; дизайн и архитектура; 3D-моделирование (как новая дисциплина, планируемая к внедрению)» [129, стр. 6].

Рост популярности программ технической направленности программ в сфере дополнительного образования предопределил необходимость изучения их потенциала в качестве эффективного средства развития детского технического творчества.

В таблице 3 показано уникальное сочетание образовательных программ, реализуемых в ЧОУ «Андромеда», которые отсутствуют в полном объеме в других образовательных учреждениях, обозначенных в сравнительном анализе. Что подчеркивает широкий спектр программ дополнительного образования, предлагаемых ЧОУ «Андромеда», позволяющий удовлетворить разнообразные потребности обучающихся в аспекте обучения, вовлекая их в различные виды технического творчества. В то время как большинство аналогичных учреждений сосредоточены на двух направлениях: программирование и робототехнику. Выделенная особенность ЧОУ «Андромеда» значительно выделяет его на фоне остальных и позволяет в целом проводить достаточно обширную исследовательскую деятельность, определив образовательную организацию в качестве базы нашего исследования.

При поддержке руководства ЧОУ нами на констатирующем этапе эксперимента была разработана программа обучения детей и подростков 3D-моделированию, организован эксперимент по развитию детского технического творчества на основе ее применения в обучении. На основе теоретического анализа научной литературы и передовой практики была разработана педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в рамках организации

дополнительного образования. Констатирующий этап эксперимента характеризовался разработкой алгоритма реализации модели в образовательной практике учреждения, нами также был разработан диагностический инструментарий для мониторинга развития способностей к техническому творчеству у обучающихся, как активных участников образовательного процесса в системе дополнительного образования.

Для достижения цели и решения поставленных задач исследования, в ходе формирующего этапа экспериментальной деятельности, нами было реализовано внедрение и оценка эффективности предложенной педагогической модели развития технического творчества у обучающихся в системе дополнительного образования средствами 3D-моделирования. Для проверки эффективности модели была разработана специальная программа формирующего эксперимента, которая позволила обосновать гипотезы без нарушения учебно-воспитательного процесса.

Практическая реализация опытно-экспериментальной работы по развитию технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования проводилась на базе ЧОУ «Андромеда» в г. Казани. Исследованием было охвачено 120 обучающихся в данном учреждении. Обучающиеся были разделены на 2 группы: 60 участников экспериментальной группы и 60 участников контрольной группы. В экспериментальной группе была внедрена в практику педагогическая модель, описанная в параграфе 1.3. Согласно содержанию программы был разработан учебный план.

Образовательный процесс строился с применением современных образовательных технологий, новых и проверенных временем, ориентированных на процесс развития обучающихся (STEM-технологии, метод проектов, модульное обучение, коллаборативное обучение). В осуществляемой нами работе с экспериментальной группой строго соблюдались идеи системно-деятельностного, компетентностного и личностно-развивающего подходов в организации образовательного взаимодействия обучающихся с техническими устройствами и программным

материалом. В контрольной группе занятия проводились другим специалистом без опоры на предложенную нами модель и разработанную программу. В качестве целевого ориентира контрольной группы было обучение навыкам 3D-моделирования, задача развития детского технического творчества как первичная задача образования не стояла.

Для полноты исследования возможностей предлагаемой педагогической модели развития детского технического творчества был разработан диагностический инструментарий, который использовался в работе с обеими группами.

Опытно-экспериментальная работа осуществлялась в течение 3 лет:

– констатирующий этап (2020-2021гг.), в рамках которого наряду с разработкой учебно-методического обеспечения учебного процесса, у обучающихся исследовались первоначальные значения показателей:

– *развитие навыков технической деятельности* (умение работать с компьютером, уровень знаний сферы 3D-моделирования и компьютерной графики, уровень технических способностей, уровень сформированности знаний о проектной деятельности и уровень сформированности пространственного мышления);

– *развитие способностей к творческой деятельности* (уровень развития творческого мышления, креативности, уровень готовности к саморазвитию и самообразованию, уровень знаний методов решения творческих). На основе полученных результатов, была проведена работа по педагогическому обеспечению саморазвития технической, творческой и проектной деятельности учащихся;

– формирующий этап (2021-2022гг.), в ходе которого реализовывалась научная и педагогическая работа по обеспечению специальных педагогических условий развития технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования в процессе обучения их 3D-моделированию и компьютерной графике через внедрение авторской программы;

– контрольный этап (2022-2023гг.) был направлен на проведение повторной диагностики развития технического творчества обучающихся с использованием методик, примененных на этапе констатирующем. В процессе реализации данного этапа мы провели контрольное исследование, целью которого стало определение уровня сформированности знаний о технической и творческой деятельности, владения методами решения творческих задач, уровня способностей к саморазвитию и самообразованию, компетентности в области проектного подхода и командной работы, профессиональных основных и углубленных знаний в сфере 3D-моделирования, дизайна и графики, а также кино, разработки игр и виртуальной реальности.

По результатам сравнительного анализа данных, полученных на констатирующем и контрольном этапе работы, нам удалось определить эффективность разработанной и реализованной на практике специальной педагогической модели, а также авторской программы по развитию технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования.

В оценке развитости способностей технического творчества обучающихся применялись ранее обозначенные критерии, которые мы определили в ходе теоретической части исследования, описанных в параграфах 1.1–1.3: *когнитивный, мотивационный, праксиологический, технико-творческий*. Каждый из критериев имеет строго определенные характеристики, которые позволяют описать основные требования к формированию и развитию у обучающихся способностей к техническому творчеству.

В процессе реализации опытно-экспериментальной части настоящей исследовательской работы был применен комплекс диагностических методик, которые позволили детерминировать уровень способностей к техническому творчеству обучающихся. Он содержится в педагогической модели, отражена в ее оценочном компоненте и является неотъемлемой частью учебного плана.

Комплекс методик включает в себя как авторские тесты для диагностики, так и разработанные другими исследователями:

– Тест, ориентированный на определение уровня сформированности знаний в области 3D-моделирования и компьютерной графики, умений использовать их в деятельности, содержащий специальный терминологический аппарат (авторский);

– Тест В. И. Андреева, ориентированный на оценку способностей к саморазвитию и самообразованию (Оценка способности к саморазвитию, самообразованию);

– Тест, ориентированный на оценку знаний у обучающихся об основах проектной деятельности и готовности к активному включению в проектную работу. Он направлен на определение уровня знаний о специфике проектной деятельности, особенностях проектного подхода в решении поставленных задач и достижения целей, также содержит вопросы касательно программного обеспечения и платформ для управления проектами (авторский);

– Тест механической понятливости Беннета (модификация Г.В. Резапкиной) – направлен на выявление технических способностей испытуемых;

– Тест креативности Торренса – предназначен для определения уровня развития творческого мышления, чувствительности к задачам, дефициту и пробелам знаний, стремления к объединению разноплановой информации;

– Тест на навыки пространственного мышления (тест пространственного мышления И. С. Якиманская, В. Г. Зархин, Х.-М. Х. Кадаяс);

– Тест на знание основ решения творческих задач, включая методы решения творческих задач и их специфику (авторский).

Структурно-содержательное описание тестов и инструкции их применения представлены в приложении 1 настоящей диссертационной работы.

В таблице 4 представлено описание уровней сформированности знаний обучающихся, измеряемых по авторским методикам.

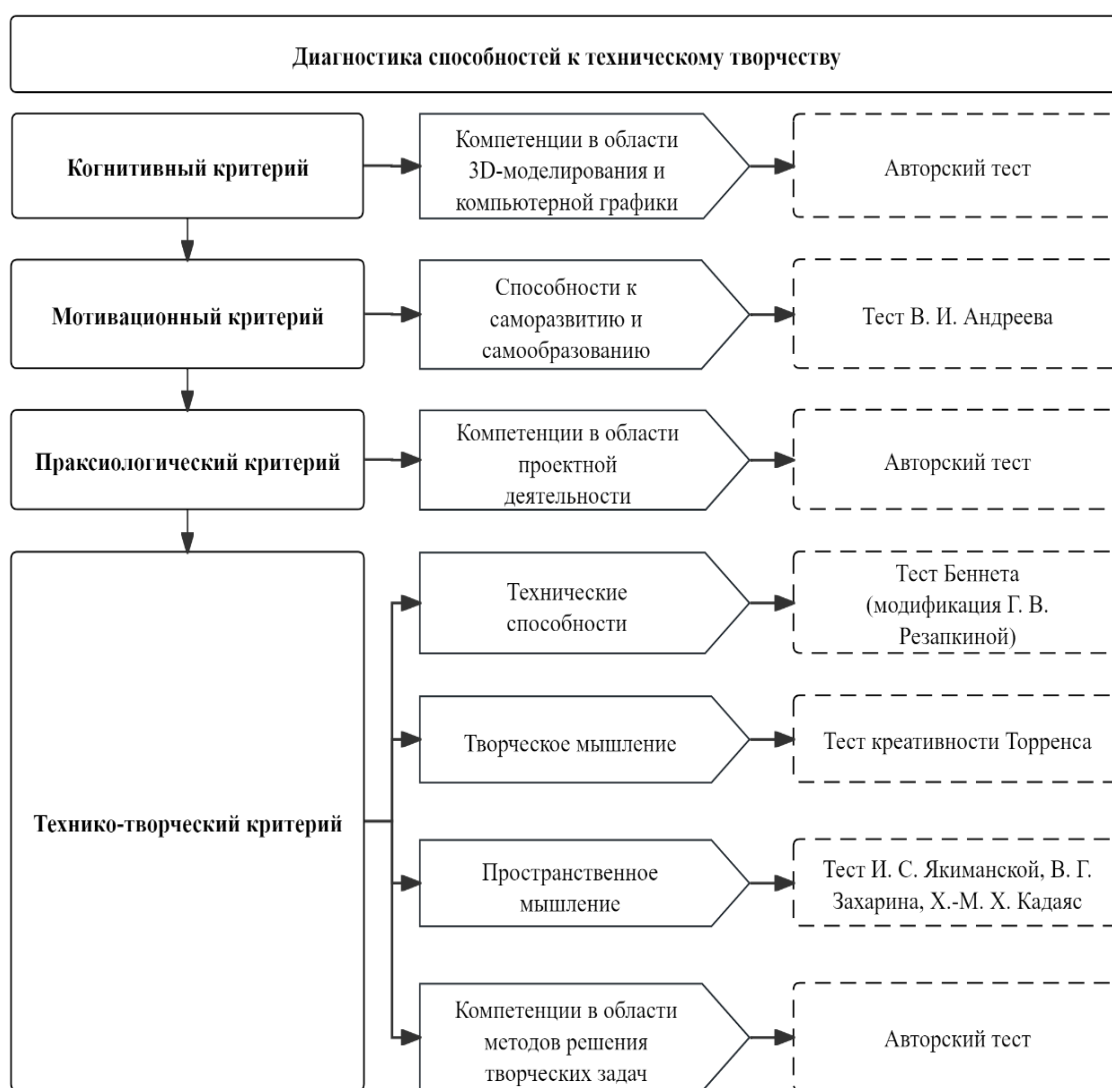
### Описание авторских методик диагностики знаний обучающихся

Наименование используемого диагностического материала	Уровень	Показатели
Методика на определение уровня знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики ( <i>когнитивный критерий</i> )	Низкий	характеризуется недостаточностью знаний об основах 3D-моделирования и компьютерной графики, не умеет выполнять действия, связанные с моделированием без помощи преподавателя (набор 1-5 баллов)
	Средний	знает основные направления компьютерной графики (где и как применяется), знанием определения 3D моделирования, знанием определения компьютерной графики, выполняет действия с небольшой помощью преподавателя (набор 6-10 баллов)
	Высокий	характеризуется наличием углубленных знаний основ 3D-моделирования, компьютерной графики, основных определений, дополнительных характеристик направления, наличием опыта работы в программах и готовностью к самостоятельной деятельности. Основной задачей ОЭР было – привести всех или значительную часть учащихся именно на этот уровень (набор 11-15 баллов)
Методика на определение уровня знаний о проектной деятельности ( <i>праксиологический критерий</i> )	Низкий	характеризуется низким уровнем знаний о понятии метода проектов, об этапах проектного подхода в решении задач, не готов к проектной деятельности, не владеет терминологическим аппаратом (набор 1-5 баллов)
	Средний	характеризуется знанием основных терминов, этапов проектного подхода и проектной деятельности, нуждается в поддержке преподавателя при проектировании моделей (набор 6-10 баллов)
	Высокий	характеризуется наличием углубленных знаний основ проектной деятельности, основных определений в данной сфере, а также знаний об основных программных продуктах для осуществления проектной деятельности, нацелен на самостоятельность действий (набор 11-15 баллов)
Методика на определение уровня знаний о методах решения творческих задач ( <i>технический критерий</i> )	Низкий	характеризуется низким уровнем знаний о методах решения творческих задач, не готов их применять (набор 1-5 баллов)
	Средний	характеризуется знанием некоторых из методов и их специфики, отдельные из них может применить самостоятельно, но в целом нужна помощь преподавателя (набор 6-10 баллов)
	Высокий	характеризуется наличием углубленных знаний об основных методах, большинства определений в данной сфере и опытом осуществления этой деятельности, готов к самостоятельности действий (набор 11-15 баллов)



Вышеобозначенные авторские методики были применены на констатирующем и контрольном этапах эксперимента в качестве оценочного компонента результатов освоения образовательной программы. Диагностическое сопровождение обеспечило непрерывность отслеживания процесса развития детского технического творчества.

Модель диагностического сопровождения развития детского технического творчества, отраженная на рисунке 2, представляет отношение специальных критериев и соответствующих им диагностических методик.



**Рис. 2.** Модель диагностического сопровождения развития детского технического творчества.

Цель констатирующего этапа исследования заключалась в выявлении исходных значений показателей развития способностей к техническому

творчеству детей и подростков, обучающихся в системе дополнительного образования.

Задачами констатирующего этапа стали:

- по когнитивному критерию (выявление уровня сформированности знаний и умений в области 3D-моделирования и компьютерной графики);
- по мотивационному критерию (оценка способностей и готовности обучающихся к саморазвитию, самообразованию);
- по праксиологическому (деятельностному) критерию (выявление уровня сформированности знаний и умений в области проектной деятельности);
- по технико-творческому критерию (выявление уровня развития: технических способностей, творческого мышления и пространственного мышления, креативности; определение уровня сформированности теоретических знаний методов решения творческих задач и практических навыков их применения).

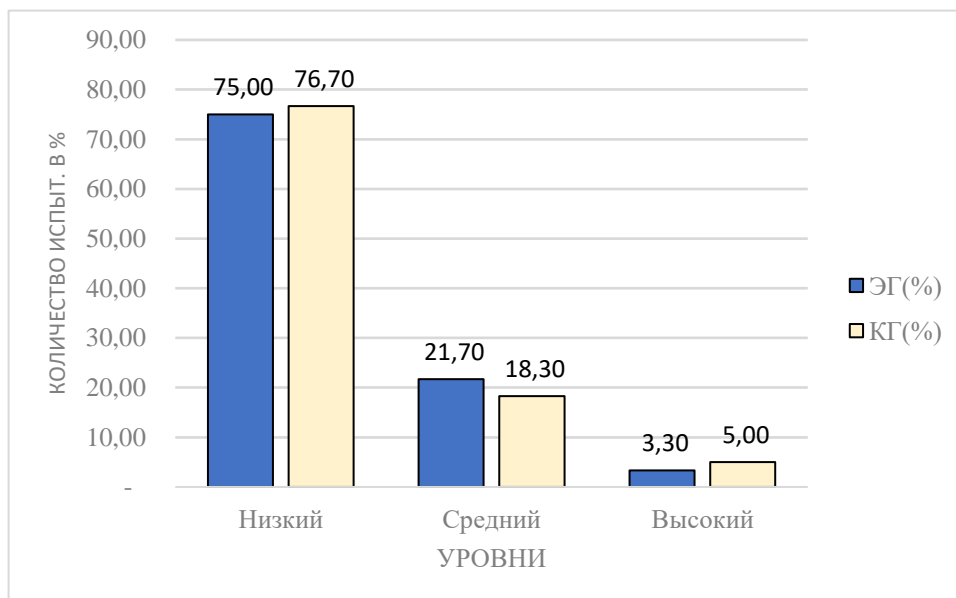
Результаты, которые были получены на констатирующем этапе исследования, представлены в приложении 2 данной диссертации.

Начальные значения уровня знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики в экспериментальной и контрольной группе, полученные на констатирующем этапе исследования, представлены в таблице 5 и на рисунке 3.

Таблица 5

**Распределение обучающихся контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) групп по уровню знаний и умений в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики на констатирующем этапе исследования  
(когнитивный критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	45,00	75,00	46,00	76,70
Средний	13,00	21,70	11,00	18,30
Высокий	2,00	3,30	3,00	5,00



**Рис. 3. Уровни знаний и представлений о 3D-моделировании и компьютерной графике у ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**

Исходя из полученных данных можно прийти к выводу, что в ЭГ и КГ доминантным уровнем знаний о 3D-моделировании и компьютерной графике, на констатирующем этапе исследовательской деятельности, представляется низкий уровень, составляющий 75% (45 чел.) и 76,7% (46 чел.) от общего числа обучающихся соответственно. Средний уровень владения знания о сфере 3D-моделирования компьютерной графики показали 21,7% (13 чел.) в ЭГ и 18,3% (11 чел.) в КГ. Обозначенные показатели указывают на достаточно слабый уровень осведомленности о данной сфере среди обучающихся. Высокий уровень знаний показали в ЭГ 3,3% (2 чел.) и 5% (3 чел.) в КГ. По результатам опроса обучающихся, которые набрали высокие баллы за прохождение данного теста, были выявлены две составляющие, обусловившие получившийся результат: наличие личной заинтересованности обучающегося компьютерной графикой, компьютерными технологиями, искусством; наличие родительских наставлений и советов для изучения данной сферы.

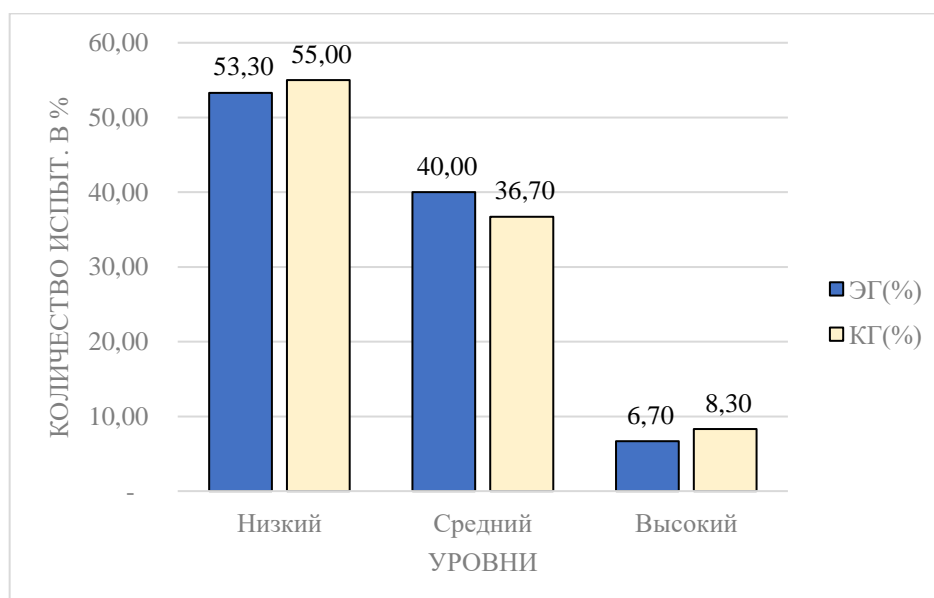
Полученные данные по данному виду тестирования указывают на сходные показатели сформированности знаний у обучающихся в обеих группах, что обеспечит дальнейшую эффективную оценку динамики изменения уровня знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики.

Уровни способностей к саморазвитию и самообразованию в ЭГ и КГ, определенные в ходе констатирующего этапа исследования, отражены в таблице 6 и рисунке 4.

Таблица 6

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню способности к саморазвитию и самообразованию на констатирующем этапе исследования (мотивационный критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	32,00	53,30	33,00	55,00
Средний	24,00	40,00	22,00	36,70
Высокий	4,00	6,70	5,00	8,30



**Рис. 4. Уровни способности к саморазвитию и самообразованию в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**

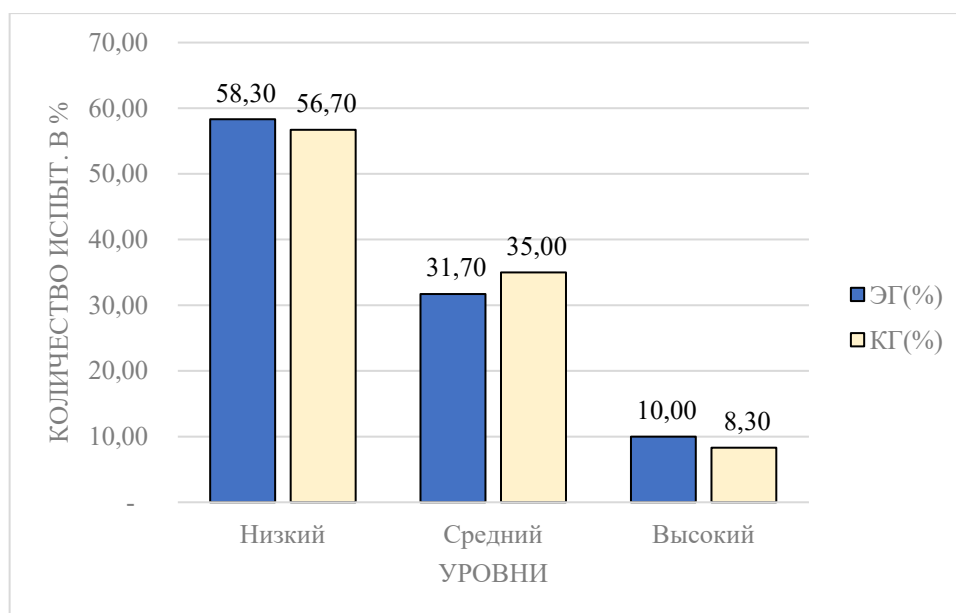
Исходя из полученных данных можно прийти к следующему выводу, что в ЭГ и КГ доминантным уровнем способности к саморазвитию и самообразованию представляется низкий уровень, который составляет 53,3% (32 чел.) и 55% (33 чел.) от общего числа обучающихся. Средний уровень способности к саморазвитию и самообразованию показали 40% (24 чел.) в ЭГ и 36,7% (22 чел.) в КГ. Высокий уровень знаний показали в ЭГ 6,7% (4 чел.) и 8,3% (5 чел.) в КГ. По результатам опроса обучающихся, которые набрали высокие баллы за прохождение данного теста, были выявлены следующие составляющие, обусловившие получившийся результат: наличие успехов в обучении, заинтересованности в достижении целей; поддержкой со стороны родителей и педагогов.

Уровни сформированности знаний о проектной деятельности в ЭГ и КГ, определенные в ходе констатирующего этапа исследования, отражены в таблице 7 и рисунке 5.

Таблица 7

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню сформированности знаний и умений в проектной деятельности на констатирующем этапе исследования (праксиологический критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	35,00	58,30	34,00	56,70
Средний	19,00	31,70	21,00	35,00
Высокий	6,00	10,00	5,00	8,30



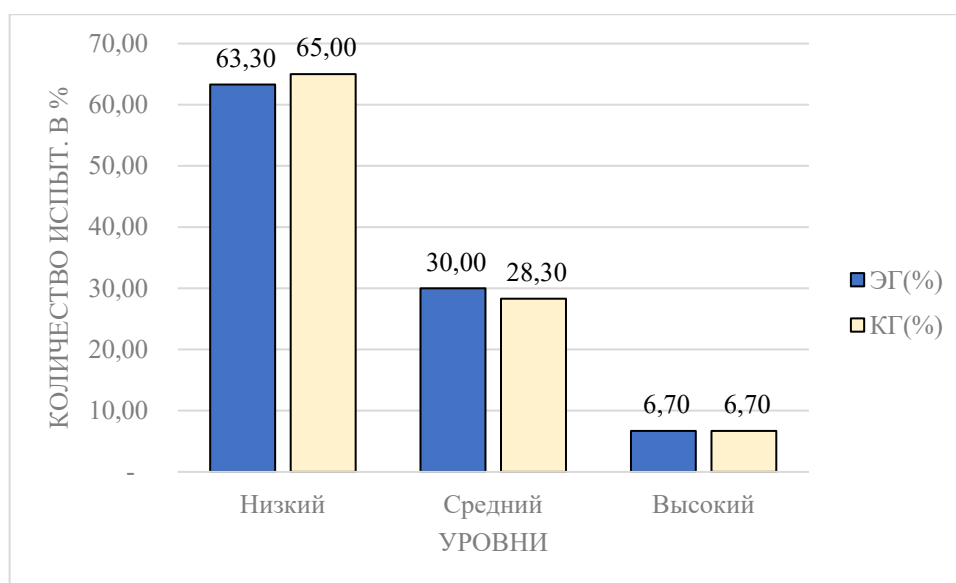
**Рис. 5. Уровни сформированности знаний о проектной деятельности в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**

Исходя из полученных данных можно прийти к выводу, что в ЭГ и КГ доминантным уровнем сформированности знаний о проектной деятельности представляется низкий уровень, который составляет 58,3% (35 чел.) и 56,7% (34 чел.) от общего числа обучающихся. Средний уровень сформированности знаний о проектной деятельности показали 31,7% (19 чел.) в ЭГ и 35% (21 чел.) в КГ. Высокий уровень знаний показали в ЭГ 6% (10 чел.) и 8,3% (5 чел.) в КГ. По результатам опроса обучающихся, которые набрали высокие баллы за прохождение данного теста, были выявлены следующие составляющие, обусловившие получившийся результат: наличие опыта реализации проектов; осведомленности о существовании проектного подхода и наличия интереса в изучении данной темы в отдельное от учебы время.

Уровни сформированности знаний о технической деятельности (технические способности) в ЭГ и КГ, определенные в ходе на констатирующего этапа исследования, отражены в таблице 8 и рисунке 6.

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню развития  
технических способностей на констатирующем этапе исследования  
(техничко-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	38,00	63,30	39,00	65,00
Средний	18,00	30,00	17,00	28,30
Высокий	4,00	6,70	4,00	6,70



**Рис. 6. Уровни сформированности технических способностей в  
ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**

Исходя из полученных данных можно прийти к следующему выводу: в ЭГ и КГ преобладающим уровнем развития технических способностей является низкий и составляет 63,3% (38 чел.) и 65% (39 чел.). Средний уровень сформированности технических способностей показали в ЭГ 30% (18 чел.) и 28,3% (17 чел.) в КГ. Такие показатели указывают на достаточно слабый уровень технических способностей обучающихся. Высокий уровень знаний показали в ЭГ 6,7% (4 чел.) и 6,7% (4 чел.) в КГ. По результатам опроса обучающихся, которые набрали высокие баллы за прохождения данного теста, были выявлены основные составляющие, обусловившие результат: наличие у обучающихся опыта конструирования самоделок,

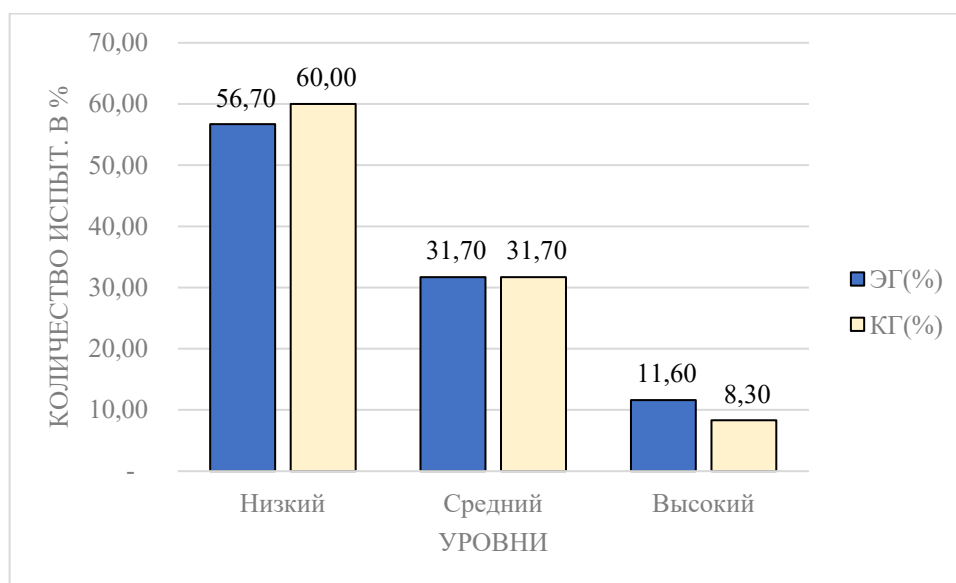
интерес к урокам технологии в школе; наличие родительской поддержки, в плане предоставления тех или иных материалов для изготовления самоделок, конструирования и т. п. Прохождение Теста Беннета на высший балл говорит о наличии в группах одаренных детей, которые имеют отличные технические способности, понимание принципов работы механизмов, механических объектов и их взаимодействие.

Уровни развития творческого мышления в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования представлены в таблице 9 и рисунке 7.

Таблица 9

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню развития творческого мышления на констатирующем этапе исследования (техничко-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	34,00	56,70	36,00	60,00
Средний	19,00	31,70	19,00	31,70
Высокий	7,00	11,60	5,00	8,30



**Рис. 7. Уровни развития творческого мышления в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**



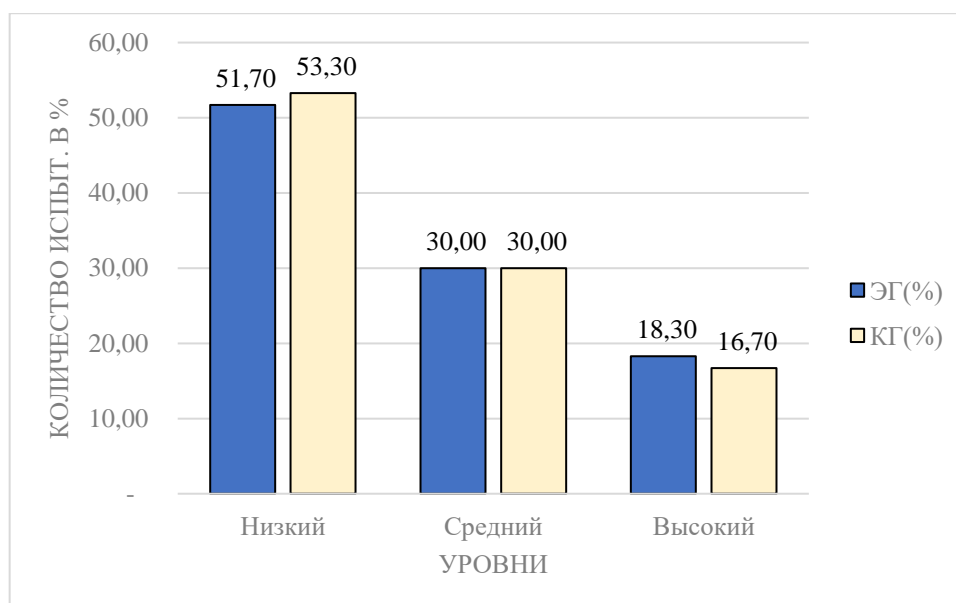
Исходя из полученных данных можно прийти к следующему выводу: в ЭГ и КГ преобладающим уровнем развития творческого мышления является низкий и составляет 56,7% (34 чел.) и 60% (36 чел.). Средний уровень развития творческого мышления представлен у 31,7% (19 чел.) в ЭГ и 31,7% (19 чел.) КГ. В сравнении с предыдущими тестами – средний уровень был определен у достаточно большого количества учащихся. Высоким уровнем развития творческого мышления, по результатам тестирования, обладает 11,6% (7 чел.) ЭГ и 8,3% (5 чел.) КГ. Что говорит о наличии у учащихся относительно высоких творческих и интеллектуальных способностей (оригинальность, гибкость, беглость мышления, способностей к генерации идей и их дальнейшей проработке). Высокий показатель разработанности идей говорит о способности учащихся к изобретательской и конструкторской деятельности. Кроме того, результаты тестирования позволяют сделать вывод, что в группе присутствуют творчески одаренные дети, которые требуют особого (индивидуального) подхода в обучении, для полного раскрытия их потенциала и возможного оказания правильного воспитательного воздействия в ходе обучения, для поддержки их адаптации в группе и дальнейшей социализации.

Уровни развития пространственного мышления в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования представлены в таблице 10 и рисунке 8.

Таблица 10

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню развития пространственного мышления на констатирующем этапе исследования (технико-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	31,00	51,70	32,00	53,30
Средний	18,00	30,00	18,00	30,00
Высокий	11,00	18,30	10,00	16,70



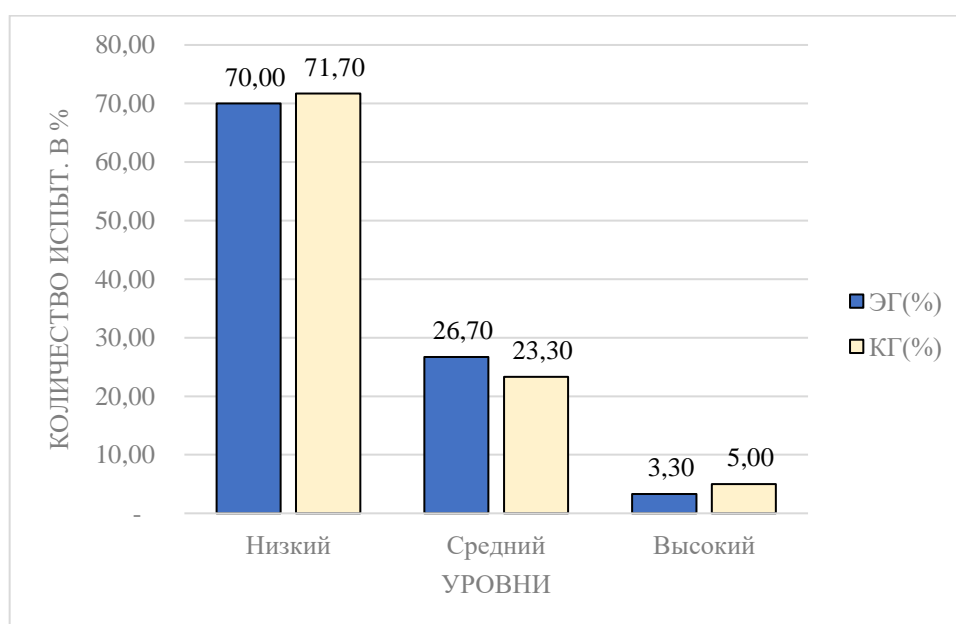
**Рис. 8. Уровни развития пространственного мышления в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в ЭГ и КГ доминантным уровнем развития пространственного мышления представляется низкий уровень, который составляет 51,7% (31 чел.) и 53,3% (32 чел.) от общего числа обучающихся. Результаты тестирования указывают на то, что средний уровень развития пространственного мышления показали 30% (18 чел.) ЭГ и 30% (18 чел.) КГ. Высокий уровень развития пространственного мышления показали 18,3% (11 чел.) обучающихся в ЭГ и 16,7% (10 чел.) обучающихся в КГ. Опрос обучающихся, набравших высокие баллы по результатам прохождения теста показал, что они обусловлены: наличием у обучающихся опыта создания 3D-моделей в свободное от учебы время; самостоятельное изучение сферы 3D-моделирования; опытом изготовления реальных моделей из подручных средств.

Уровни знаний методов решения творческих задач в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования представлены в таблице 11 и рисунке 9.

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню знаний методов решения творческих задач на констатирующем этапе исследования (техничко-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	42,00	70,00	43,00	71,70
Средний	16,00	26,70	14,00	23,30
Высокий	2,00	3,30	3,00	5,00



**Рис. 9. Уровни знаний методов решения творческих задач в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**

Исходя из полученных данных можно прийти к следующему выводу: в ЭГ и КГ преобладающим уровнем знаний методов решения творческих задач является низкий и составляет 70% (42 чел.) и 71,7% (43 чел.). По результатам тестирования, средний уровень знаний методов решения творческих задач показали 26,7% (16 чел.) в ЭГ и 23,3% (14 чел.) в КГ. Высокий уровень знаний методов решения творческих задач показали 3,3% (2 чел.) обучающихся в ЭГ и 5% (3 чел.) обучающихся в КГ. Опрос обучающихся, набравших высокие баллы по результатам прохождения теста показал, что они обусловлены: наличием у обучающихся отдельных знаний

и опыта решения творческих задач с применением специальных методов, которые были приобретены при участии в конкурсах, конференциях.

Для нашего исследования важно было определить основные исходные уровни сформированности знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики, проектной деятельности, способностей к самообразованию и развитию, а также уровни развития творческих и технических способностей обучающихся. С учетом полученных результатов формировалось содержание опытно-экспериментальной работы, в которой каждый измеряемый выше компонент выделялся в качестве одного из направлений развития личности в педагогически организованном процессе обучения 3D-моделированию.

Основные отличия содержания программы, внедряемой в процесс обучения ЭГ от программы, реализуемой в КГ, заключались в следующем:

- программа содержала в себе отдельные темы, охватывающие теоретические и практические основы проектной деятельности, методов решения творческих задач и задач технического характера;
- увеличение количества учебных часов на осуществление практической самостоятельной деятельности обучающихся, формируемой с учетом зоны их актуального развития в области 3D-моделирования;
- усиление развивающей и воспитательной направленности программы за счет предоставления домашних заданий, требующих самостоятельный поиск информации;
- обеспечение многообразных форм обучения, оказание дифференцированной поддержки процесса обучения, проведение индивидуальных консультаций во внеучебное время (например: помощь в решении сложных задач; помощь с подбором оборудования и т. д.);
- системное мотивирование процесса развития навыков проектной деятельности обучающихся при работе с компьютерной графикой (постановка общих и индивидуальных целей обучения; распределение задач; контроль исполнения; рефлексия; демонстрация примеров работ и доходов

профессионалов индустрии; планирование дальнейшего развития; личные примеры педагога и т. д.)

## **2.2. Программа курса по обучению 3D-моделированию в системе дополнительного образования**

Развитие системы дополнительного образования обусловлено увеличением спроса на образовательные программы, не вошедшие в содержание общего образования. В настоящем наблюдается увеличение количества образовательных организаций дополнительного образования, в том числе, предусматривающих оплату обучения.

В связи с этим, в ходе нашего исследования, было принято решение выделить одно из самых востребованных и популярных направлений, внедряемых в большинстве ЧОУ – курсы по 3D-моделированию.

На этапе зарождения идеи внедрения новой программы в ЧОУ «Андромеда» имелись следующие исходные данные:

1. Планировалась разработка методики обучения и плана реализации образовательной программы по 3D-моделированию.
2. Планировался набор преподавательского состава и обучающихся.
3. Планировалась подготовка учебных аудиторий, оборудования и ПО для проведения занятий.

В ходе разработки методики обучения были взяты основы из уже реализованных подобных программ в таких учреждениях как «Алгоритмика», «Нетология», «XYZ», а также специальные учебные программы других заведений. Некоторые особенности и результаты их внедрения в систему дополнительного образования были учтены в программе «Андромеда», для достижения сбалансированного процесса развития необходимых компетенций обучающихся.

По итогам работы была разработана программа курса по 3D-моделированию (Общеразвивающая программа дополнительного образования «Основы 3D-моделирования и компьютерной графики»). Подробное

содержание программы представлено в приложении 3 настоящей диссертационной работы.

Программа направлена на педагогическую поддержку процесса развития детского технического творчества обучающихся средствами 3D-моделирования и компьютерной графики. Она ориентирована на обучающихся, которые проявляют интерес, склонности и способности в области дизайна, моделирования, игропроизводства, компьютерной графики. Программа рассчитана на 1 год обучения, состоящего из двух последовательных семестров по четыре месяца.

В качестве основы разработки структурных элементов образовательной программы послужил пункт №14 ФГОСа Основного общего образования. В данном стандарте содержатся ключевые требования к содержанию трех основополагающих разделов образовательной программы [257]. Кроме того, в ходе разработки структуры нами было уделено внимание методическим рекомендациям, ориентированных на проектирование дополнительных общеразвивающих программ [72, 171], а также другим смежным нормативным и правовым документам, регулирующим проектирование, содержание образовательной программы и порядок организации образовательной деятельности.

Первым разделом нашей программы является *целевой*, который содержит следующие составляющие:

- 1) *Методологические основы* программы курса, базирующиеся на системно-деятельностном, компетентностном и личностно-ориентированном подходах в обучении. Они направлены на формирование у обучающихся компетенций и компетентности в области технического творчества (системы определенных ЗУНов и УУДов, получении практического опыта работы в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики, профессиональной ориентации и подготовки, формировании портфолио проектов), эффективного использования учебных занятий для развития технических способностей обучающихся, их интересов к

техническому творчеству, профессиональному самоопределению .

2) *Целевые ориентиры* программы связаны с развитием технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования средствами 3D-моделирования. Достижение цели осуществляется путем реализации следующих действий: разработка учебного плана; применении педагогических технологий, ориентированных на развитие творческого начала личности; подготовку учебных аудиторий для проведения занятий, приобретение специального оборудования; поиск и отбор программного обеспечения, его включение в процесс обучения; разработка оценочной основы обучения (наград, поощрений за активность). По окончании обучения выдавались сертификаты об окончании.

3) *Основные задачи* обучения, которые необходимо решить в ходе реализации программы:

- развить способности к техническому творчеству, через формирование и развитие технических способностей и творческого мышления обучающихся в ходе проектной деятельности, реализуемой во взаимодействии с техникой, оборудованием и специальным ПО (по созданию трехмерной графики);

- обучить детей проектной деятельности, командному взаимодействию;

- развить навыки планирования, поиска и обработки информации, презентации и защиты проектов;

- сформировать у учащихся необходимые и достаточные знания в сфере 3D-моделирования для их дальнейшего самообразования и саморазвития в данной отрасли в качестве профессионала;

- научить применять методы генерации идей и решения творческих задач;

- дать начальную профессиональную подготовку;

- сформировать стартовое портфолио проектов.

4) *Результаты освоения программы*, включающие в себя:

- личностные результаты (формирование ответственного подхода к образовательной и познавательной деятельности, способностей к

саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к созидательной деятельности; формирование целостной картины мира, соответствующей актуальному состоянию развития науки, техники и технологий, норм общества; осознание полной ответственности за собственные действия и поступки; формирование высокого уровня коммуникативных способностей в ходе созидательной, проектной и исследовательской деятельности);

– метапредметные результаты (закключающиеся в формировании умения планировать собственную и групповую деятельность, детерминировать образовательные задачи, цели, средства их решения и достижения; умение контролировать ход выполнения задач и проводить оценку эффективности, определять проблемы в освоении материала; умение прогнозировать свою деятельность; умение корректировать свою деятельность, при необходимости; умение поиска и обработки информации; анализ и генерация идей; умение работать в команде, взаимодействовать с коллективом обучающихся; умение грамотно аргументировать собственную позицию по актуальным вопросам, отстаивать свою точку зрения, избегая конфликтных ситуаций; умение правильно формулировать вопросы и понимать точку зрения других обучающихся; умение сотрудничать с педагогом и другими обучающимися в ходе обучения; умение организовать свое рабочее пространство; умение соотносить результаты своей деятельности с образцом, который предложил педагог как эталон);

– предметные результаты (умение применять специальную терминологию связанной с 3D-моделированием, компьютерной графикой и проектной деятельностью; умение применять теоретические знания по методам решения творческих задач на практике; умение целенаправленно взаимодействовать со специализированным техническим оборудованием и программным обеспечением для создания трехмерной графики; умение поиска, структурирования и систематизации необходимой информации, (взаимодействие с открытыми источниками данных и специализированными ресурсами); умение создавать и преобразовывать трехмерные графические



объекты; умение взаимодействовать со специализированными платформами, для реализации и контроля проектной деятельности; умение применять специальные платформы для осуществления взаимодействия между педагогом и обучающимися).

5) Система диагностики и оценки результатов включает в себя:

– Тестовые материалы: тестирование по основам 3D-моделирования и компьютерной графики; тестирование на технические способности; тестирование на пространственное мышление; тестирование на творческое мышление и творческие способности; тестирование на способности к саморазвитию и самообразованию; тестирование на знание методов решения творческих задач.

– Индивидуальные интерактивные дневники;

– Набор наклеек разного уровня (хорошо, отлично) и формата рисунков для стимулирования личностной активности обучающихся;

– Материальные награды, выдаваемые за успешное выполнение задания, успешную защиту проекта, самостоятельное изучение материала. К таким наградам относятся (сладости, орехи, медали, сертификаты об окончании, брендовая кепка от ЧОУ, брендовая футболка от ЧОУ).

Диагностическое тестирование проводится в начале учебного года и в конце. Результаты сравниваются друг с другом – таким образом определяется общий прогресс группы, а также индивидуальная продвинутость. Даются рекомендации к дальнейшему самообразованию и саморазвитию.

Результат выполнения практического задания подлежит устной оценке педагога по шкале: отлично, хорошо, достаточно хорошо – после чего выдается совет по улучшению работы. В ходе обучения, за каждое выполненное домашнее задание учащимся выдается одна наклейка:

– за каждые пять наклеек учащимся выдается случайным образом награда, которая заранее им неизвестна, в виде (шоколадки, либо орехов);

– за проявление самостоятельности в изучении материала и дополнение занятия новой информацией, выдается наклейка уровня (отлично).

Информация должна оказаться действительно полезной, а ее актуальность определяет субъективно педагог и принимает решение о выдаче награды.

По результатам прохождения курса обучающиеся презентуют свои проекты:

– презентация проекта должна содержать как минимум три основных составляющих (введение – описание проекта, причины выбора, цели, задачи; содержательную часть – ход выполнения работы по этапам, сроки выполнения, трудности, описание того, что было интересно; заключительную часть – короткий видео-ролик, инфо-графика с описанием результата, описание дальнейших путей по самообразованию, самосовершенствованию, улучшению проекта, дальнейшим планам работы и учебы по направлению).

*Содержательный раздел* программы курса по 3D-моделированию включает в себя следующие составляющие:

1) Краткое описание практической и проектной деятельности обучающихся:

– первый семестр предполагает знакомство учащихся с 3D-графикой, ее особенностями и понятийным аппаратом, выполнение практических заданий, домашней работы, самостоятельного изучения материала для выполнения заданий, а также создание собственного проекта в программе Blender и Unity;

– второй семестр рассчитан на учащихся, прошедших программу первого семестра. Цель второго семестра заключается в развитии углубленных навыков работы с программой Unity и Zbrush, а также разработку собственных проектов.

На протяжении всех этапов прохождения образовательной программы, обучающиеся получают знания и навыки о методе проектной деятельности, командной работы, работы с техническим оборудованием, информационно-коммуникационными технологиями, программным обеспечением – необходимыми для реализации проектных целей и задач.

Компетентностный подход является основным в образовательной программе и предполагает формирование у обучающихся специализированной системы

знаний, умений и навыков (ЗУНов), где к основным из них относятся:

- знание сферы 3D-моделирования и компьютерной графики;
- умение работать с оборудованием (компьютеры, ноутбуки, проекторы и т. п.) и программным обеспечением (Blender, Zbrush, Unity, PowerPoint);
- навыки технического творчества;
- навыки проектной деятельности.

Формирование перечисленных ЗУНов происходит путем последовательного прохождения курса программы, где на каждом занятии проводится объяснение материала, дискуссии, планирование работы, самостоятельная работа обучающихся, оценка результатов, выдача домашних заданий и последующая презентация своих результатов выполнения заданий.

а) формирование знаний в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики обеспечено программой курса, содержащей теоретическую, практическую составляющие и перечень домашнего задания, материалов для самостоятельного изучения. Подробная программа курса представлена в приложении 3 настоящей диссертационной работы;

б) умения работать с оборудованием и программным обеспечением формируются путем прямого взаимодействия педагога и обучающихся – презентации примера использования, объяснения предназначения программ и их функциональных возможностей.

в) навыки технического творчества формируются в результате отдельного объяснения и изучения методов решения творческих задач, а также практической их реализации в проектной деятельности.

г) навыки проектной деятельности формируются в результате отдельного объяснения и изучения процесса проектирования и его основных этапов, осуществления индивидуальной и групповой практической проектной деятельности.

2) К основным формам организации учебных занятий относятся

индивидуальная и групповая проектная работа. Их организация строится на основе педагогических технологий:

- проектная деятельность;
- интерактивные формы (мозговой штурм, дискуссии и т. д.);
- STEM- технология;
- коллаборативное обучение;
- модульное обучение;
- технология портфолио.

3) К *основным методам обучения* относятся:

- практические (выполнение практических заданий различного уровня сложности; решение проблемных ситуаций и разбор кейсов);
- словесные (рассказ-выступление, беседа, индивидуальные и групповые собеседования, инструктаж);
- наглядные (применение технических средств для обеспечения наглядной демонстрации процесса создания объектов - презентация, просмотр видеоматериалов, просмотр информации из открытых источников данных).

Программа предусматривала:

- создание обучающимися собственного портфолио, которое включает не только достижения учащихся, награды, сертификаты, оценочную составляющую, но и реализованные проекты;
- решение ими творческих заданий, в сфере 3D-моделирования, в ходе которых обучающийся должен собирать и обрабатывать информацию, получать основные и дополнительные знания, проводить собственный анализ, генерировать новые идеи и создавать новые продукты деятельности;
- систематизацию полученного нового знания, учебного материала, дискуссии, выводы в конце каждого занятия;
- работу над ошибками, анализ работы одноклассников, помощь в поиске информации и генерации идей, дополнение результатов работы одноклассников;

– поиск и определение соответствий, общих признаков, формирование целей групповой работы и проекта;

– выступления с докладом-презентацией перед аудиторией, обсуждение хода решения тех или иных вопросов по реализации проекта, оценка потенциала совершенствования работы.

Основными – системообразующими методами развития творческих способностей обучающихся в образовательной программе по 3D-моделированию выступили:

– Метод активации поиска, который был выбран с целью привить обучающимся навыки грамотного построения процесса поиска ответов на основные и дополнительные вопросы в ходе реализации проекта, решения тех или иных задач, планирования деятельности и презентации (защиты) проекта;

– Ступенчатое конструирование (метод выбран по причине соответствия специфике направления, которое базируется на модели запоминания – смотреть и повторять), где главной задачей было сначала научиться четко следовать алгоритму реализации проекта, создания 3D-модели и объектов творческой деятельности, а затем самостоятельно планировать и выстраивать процессы реализации;

– Мозговой штурм выбран по причине наилучшего усвоения обучающимися алгоритма процесса его реализации, а также достаточной высокой узнаваемостью и обширностью исследований.

Дополнительными методами выступили:

– метод ассоциаций, для генерации новых идей по решению творческих задач и большого количества комбинаций действий для реализации проекта;

– морфологический анализ, метод контрольных вопросов, метод технических противоречий;

– SCAMPER, для оценки этапов реализации проекта и конечного результата деятельности;

– метод проб и ошибок, для непосредственной реализации проекта, а также выполнения учебных заданий.

Наблюдение за образовательным процессом по другим направлениям и имеющиеся информационные ресурсы, позволили выделить следующие методы развития технического творчества, которые могут быть потенциально использованы для повышения эффективности образовательного процесса. Они отражены в таблице 12.

Таблица 12

**Методы, возможные к применению для развития технического творчества**

Наименование метода	Программирование	Робототехника	Инт. Вещей	Нейротехнологии	Профориентация	Квадрокоптеры	3D-Моделирование	Дизайн и архитектура
Метод золотой рыбки			+	+			+	+
Ступенчатое конструирование	+	+		+		+	+	+
Метод ассоциаций		+	+		+		+	+
Метод тенденций		+	+	+	+			+
Метод скрытых свойств объекта		+		+				+
Взгляд со стороны	+	+	+	+	+	+	+	+
Изменение системы ценностей			+		+			
Ситуационные задания	+	+	+	+		+		+
Приемы фантазирования		+	+	+	+		+	+
Метод проб и ошибок		+	+	+		+	+	+
Метод активации поиска			+	+	+	+	+	+
Мозговой штурм	+	+	+	+	+	+	+	+
Метод фокальных объектов			+					+
Морфологический анализ	+	+	+				+	+
Метод контрольных вопросов	+	+	+	+	+	+	+	+
Метод синектики							+	
Метод разрешения технических противоречий	+	+	+	+			+	+

Как показано в таблице 12, количество применяемых методов может быть достаточно велико, но актуальность применения того или иного метода зависит от вида преподаваемой дисциплины. Результаты данного анализа позволят повысить эффективность обучения и развития технического

творчества обучающихся по другим направлениям, реализуемым в ЧОУ «Андромеда».

*Организационный раздел* программы курса содержит:

- учебный план;
- календарный график проведения занятий;
- план самостоятельной работы;
- оценочные и методические материалы;
- перечень основного оборудования, необходимого для проведения занятий и самостоятельной работы;
- перечень основного программного обеспечения, необходимого для проведения занятий и самостоятельной работы;

Эффективность обучения и реализации образовательной программы также во многом зависит от выбранных тем программы курса. В таблице 13 представлены темы и их краткое описание.

Таблица 13

### **Темы программы по 3D-моделированию**

Название темы	Описание
Основы 3D-моделирования	Ознакомление учащихся с основами 3D-моделирования (для создания трехмерных объектов с помощью компьютерных программ).
Проектирование и проектная деятельность	Формирование понимания у учащихся о том, как применять основы проектной деятельности для 3D-моделирования и создания проекта в сфере компьютерной графики. Позволяет ученикам развить навыки и умения, основанные на поэтапном проектировании, для создания объектов компьютерной графики.
Техническое творчество	Формирование знаний, умений и навыков в области решения творческих задач, связанных с 3D-моделированием. Для разработки и создания творческих технических решений, оригинальных проектов.
Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности	Погружение в сферу разработки игр и виртуальной реальности. Изучение инструментов и техник, получение умений, знаний и навыков, необходимых для создания игр в Unity, проектирования виртуальных миров.
Продвинутое 3D-моделирование	Продолжение основ 3D-моделирования, для тех, кто уже владеет базовыми знаниями, умениями и навыками в 3D-моделировании, проектной и творческой деятельности. В рамках этой темы учащиеся изучают продвинутые техники моделирования, рендеринга, анимации и другие инструменты, необходимые для создания высококачественных 3D-моделей.

**Учебный план** программы включает в себя:

*Цели:* развитие технического и творческого мышления, навыков необходимых для создания сложных 3D-моделей, а также умения работать в команде и решать технические задачи. Курс также направлен на то, чтобы помочь обучающимся понять основы 3D-моделирования, применяемого в различных областях, таких как графический дизайн, игровая индустрия, архитектура и т. д.

*Основные задачи:*

- Ознакомление с основами 3D-моделирования, принципами работы в 3D-пространстве и использование 3D-инструментов;
- Изучение технических аспектов создания 3D-моделей, таких как создание мешей, текстурирование, освещение, рендеринг и т. д.;
- Владение навыками создания различных типов 3D-моделей, таких как объекты, персонажи, архитектурные конструкции и т. д.;
- Владение навыками работы в команде, решения технических и творческих задач, связанных с 3D-моделированием.

После прохождения курса обучающиеся смогут создавать сложные 3D-модели, использовать 3D-инструменты и понимать основные принципы работы в 3D-пространстве. Они будут иметь навыки работы с текстурами, освещением, рендерингом, анимацией, а также смогут создавать различные типы 3D-моделей для использования в различных областях. Ученики также будут иметь навыки работы в команде, проектной деятельности, решения технических и творческих задач, что будет полезно для их будущей профессиональной деятельности.

*Категория слушателей:* дети от 8 до 12 лет. Разновозрастные группы. По 10-15 человек в группе.

*Сроки обучения:* 2 семестра по 4 месяца. Всего 32 занятия по 1.5 часа. Всего 48 учебных часов в год.

*Форма обучения:* очная.

Программа курса включает в себя определенное количество отведенного времени на каждую тему, лекционные и практические занятия,



дискуссионную часть и часть планирования, проверку домашних заданий. Также, отдельным блоком входит домашняя работа.

Большое внимание уделено практике обучающихся, где главной задачей педагога в процессе практики является постоянная поддержка диалога с обучающимися, консультация и сопровождение в выполнении задач.

Разбивка тем по времени на первый и второй семестры приведена в таблице 14 и таблице 15 соответственно.

Таблица 14

**Количество учебных часов по темам на первый семестр**

Область изучения	Лекция и презентация	Практика	Дискуссии и планирование	Домашняя работа	Проверка домашних заданий
Основы 3D-моделирования	1ч	16ч	4ч	8ч	4ч
Проектирование и проектная деятельность	1ч				
Техническое творчество	1ч				
Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности	1ч				

Таблица 15

**Количество учебных часов по темам на второй семестр**

Область изучения	Лекция и презентация	Практика	Дискуссии и планирование	Домашняя работа	Проверка домашних заданий
Продвинутое 3D-моделирование	1,5ч	16ч	4ч	8ч	4ч
Проектирование и проектная деятельность	0,5ч				
Техническое творчество	1,5ч				
Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности	0,5ч				

Кроме того, во внеучебное время проводится дополнительное пробное занятие – первое, для ознакомления с общей информацией о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики. Для формирования понимания и мотивации у обучающихся к освоению программы курса по 3D-моделированию, основных знаниях, умениях и навыках, которые они приобретут в ходе обучения и какие преимущества получают в дальнейшем профессиональном и творческом развитии. Программа первого вводного занятия представлена в приложении 4 к настоящей диссертационной работе. Диагностическое тестирование проводится также во внеучебное время с согласия родителей и обучающихся.

Подробная поурочная разбивка программы курса, а также временные интервалы на проведение основных частей каждого занятия представлены в приложении 4 настоящей диссертационной работы.

Календарный график проведения занятий состоит из двух разделов – наименования занятия и промежутки времени для их проведения.

Таблица 16

### Календарный график проведения занятий

Наименование занятия	Наименование темы	Время проведения	
		Суббота	Воскресенье
Знакомство с основами 3D-моделирования и компьютерной графики	Основы 3D-моделирования	С 9:00 до 10:30	С 9:00 до 10:30
		С 11:00 до 12:30	С 11:00 до 12:30
Этапы создания проекта и работы с информацией (планирование)	Проектная деятельность	С 13:00 до 14:30	С 13:00 до 14:30
		С 16:00 до 17:30	С 16:00 до 17:30
Скульптинг и моделирование в Blender	Основы 3D-моделирования	С 18:00 до 19:30	С 18:00 до 19:30
Развертка и текстурирование, анимация и рендеринг	Основы 3D-моделирования		
Знакомство с Unity, этапы создания проекта	Основы 3D-моделирования		
Методы решения творческих задач (основы) и планирование своего проекта	Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности		
Проектирование в Unity	Техническое творчество		

Проектирование, физика, динамика, анимация и предметы в Unity	Проектная деятельность		
Добавление физики и динамических объектов в Unity	Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности		
Знакомство с процессом создания персонажей в Blender	Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности		
Моделирование персонажа	Основы 3D-моделирования		
Моделирование аксессуаров	Основы 3D-моделирования		
Развертка и текстурирование в Blender	Основы 3D-моделирования		
Риггинг персонажа и анимация в Blender (Mixamo)	Основы 3D-моделирования		
Сбор сцены в проекте подготовка к презентации	Основы 3D-моделирования		
Сбор сцены в проекте и презентация	Основы 3D-моделирования		

Более подробное структурно-содержательное описание занятий представлено в приложении 4 настоящей диссертационной работы.

*План самостоятельной работы* обучающихся включает в себя домашние задания, которые задаются в конце каждого занятия, а проверка выполняется преподавателем в виде презентации – вывода результата выполнения работы обучающихся с помощью проектора и обсуждение хода выполнения, а также проведение дискуссии между одноклассниками.

*Организационно-педагогические условия* включают в себя:

– материально-техническое обеспечение (специально оборудованные учебные аудитории для проведения занятий, оснащенные компьютерной техникой, не менее 1 ПК на каждого обучающегося, доступ в интернет, не менее 1 проектора на аудиторию с экраном, магнитно-маркерная доска, магнитно-маркерный флип-чарт, телевизор с диагональю 81 дюйм для презентации проектов и просмотра видео-роликов, индивидуальные столы и

стулья с возможностью передвижения и организации рабочего пространства, фирменные блокноты и ручки, МФУ);

- программные продукты (Blender, Unity, Zbrush, Microsoft Power Point);
- платформы учебного взаимодействия и реализации проектной деятельности (Telegram, WhatsApp, Xmind, Kaiten/Trello, Microsoft Teams/Zoom);
- платформы хранения данных (Яндекс диск, Google Drive);
- базы готовых моделей и поиска идей (Sketchfab, 3ddd, Open3dmodel, Artstation, Pinterest, Unity Asset Store, Mixamo).

*Оценочные и методические материалы* включают в себя:

- индивидуальные дневники;
- материал для проведения тестирования на техническое, творческое мышление, знания основ проектной деятельности, 3D-моделирования и компьютерной графики и т. п.
- методические указания по организации обучения, тематика проектных работ, информационная и справочная литература, иллюстративный материал по темам.

*Кадровое обеспечение* включает в себя поиск и отбор педагогов, которыми выступают лица, имеющие высшее образование по «техническому» направлению. Имеют опыт или стремление к осуществлению педагогической деятельности, который будет сопровождаться внедрением образовательной программы в практику, постоянным саморазвитием и самообучением, инновационной деятельностью – направленной на усовершенствование педагогического процесса. Имеют теоретические, предпочтительнее – практические знания в области реализации педагогического процесса, образовательной деятельности.

*Новизна программы* заключается в том, что в ней представлен синтез проектной деятельности, методов решения творческих задач в ходе освоения сферы 3D-моделирования, где главным результатом выступает формирование и развитие технического творчества обучающихся.

*Актуальность программы* заключается в том, что ее реализация направлена на овладение обучающимися навыками работы с современной компьютерной техникой, технологиями и программным обеспечением, формировании у них необходимых современных компетенций и компетентностей будущего профессионала (который определяется как творческая, креативная личность с развитым техническим мышлением). Она имеет направленность на освоение области компьютерной трехмерной графики в сфере конструирования и технологий, основанных на стратегиях стимулирования творческого воображения. Такое направление способствует развитию компетенций в области конструирования, инновационной деятельности и научно-технических знаний, ориентируя детей подростков на осознанный выбор профессий, востребованных в обществе, таких как инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, дизайнер и т. д.

Таким образом, представленная программа имеет не только методологическое, дидактическое и материально-техническое обеспечение – но и высокий потенциал интеграции в частные образовательные учреждения дополнительного образования, где планируемым направлением к внедрению может выступить 3D-моделирование и компьютерная графика.

Включение данной программы в нашу педагогическую модель и ее внедрение в образовательную практику также требует оценки эффективности, которая будет показана в следующем параграфе настоящей диссертационной работы и заключается в проведение контрольного этапа исследования, содержащим повторную диагностику (тестирование) обучающихся на предмет сформированности и развитости способностей к техническому творчеству, а также анализ и интерпретацию полученных результатов.

### **2.3. Оценка результативности модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования**

Контрольный этап экспериментального исследования посвящен изучению на основе повторного тестирования учащихся ЭГ и КГ преимуществ, предлагаемых модели и программы в развитии творческих

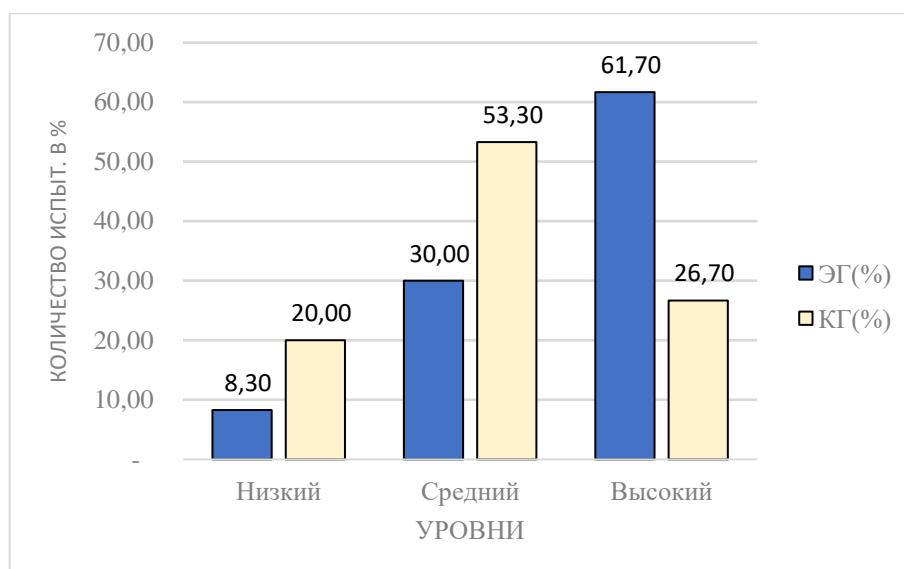
способностей обучающихся, повышения их готовности к техническому творчеству, развитию и укреплению интереса к работе с современными программными устройствами. Задачами данного этапа являются повторная диагностика уровней сформированности знаний о 3D-моделировании и компьютерной графике; выявление уровня развития технических способностей (технического мышления); диагностика уровня развития творческого мышления; диагностика уровня развития пространственного мышления; выявление уровня сформированности знаний о проектной деятельности; оценка способностей учащихся к саморазвитию, самообразованию; определение мотивационных составляющих деятельности, уровня мотивации; выявление навыков быстро усваивать информацию, запоминать содержание, выполнять задание по инструкции, умения обрабатывать информацию.

Исходные значения знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики в экспериментальной и контрольной группе на контрольном этапе настоящего исследования представлены в таблице 17 и на рисунке 10.

Таблица 17

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню знаний в сфере  
3D-моделирования и компьютерной графики на контрольном этапе  
исследования  
(когнитивный критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	5,00	8,30	12,00	20,00
Средний	18,00	30,00	32,00	53,30
Высокий	37,00	61,70	16,00	26,70



**Рис. 10. Уровни знаний в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики у ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

В ЭГ преобладающим уровнем знаний о сфере 3D моделирования и компьютерной графики на контрольном этапе исследования – является высокий и составляет 61,7% (37 чел.) респондентов. Средним уровнем знаний обладают 30% (18 чел.), а низким 8,3% (5 чел.) респондентов.

В КГ преобладающим уровнем знаний о сфере 3D моделирования и компьютерной графики на контрольном этапе исследования – является средний и составляет 53,3% (32 чел.) респондентов. Высоким уровнем знаний обладают 26,7% (16 чел.), а низким 20% (12 чел.) респондентов.

Таким образом, в результате прохождения курса, у учащихся ЭГ наблюдается значительная динамика в повышении уровня знаний о сфере 3D моделирования и компьютерной графики в сторону высоких результатов (по результатам прохождения тестирования). Тогда как у КГ, в результате прохождения курса динамика не так ярков выражена, и преобладающим уровнем знаний является средний.

Мы полагаем, что этот результат вызван в большей степени применением в обучении педагогических технологий, ориентированных на развитие обучающихся. В качестве центральной модели обучения был обозначен обучающийся – его готовность и способности к техническому

творчеству. Образовательный процесс был построен таким образом, что его содержание, посвященное знаниям и навыкам в области 3D-моделирования и компьютерной графики, использовалось как средство развития способностей к техническому творчеству, профессиональной ориентации (это стимулировало деятельность обучающихся).

В ходе обучения были организованы демонстрации примеров работ профессионалов в области 3D-моделирования, консультационная работа преподавателя. Для установления достоверности различий между результатами замеров на констатирующем и контрольном этапах эксперимента был использован t-критерий Стьюдента, который позволяет сравнить средние значения двух выборок.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлен в таблице 18.

Таблица 18

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

Уровень знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики	
$ t_{эмп} $	4,893
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей между обучающимися КГ и ЭГ, а также преимущества экспериментального обучения в эффективности развития уровня знаний в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики у обучающихся ЭГ.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования представлен в таблице 19.



**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в  
ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования**

Уровень знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики	
$ t_{эмп} $	24,66
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

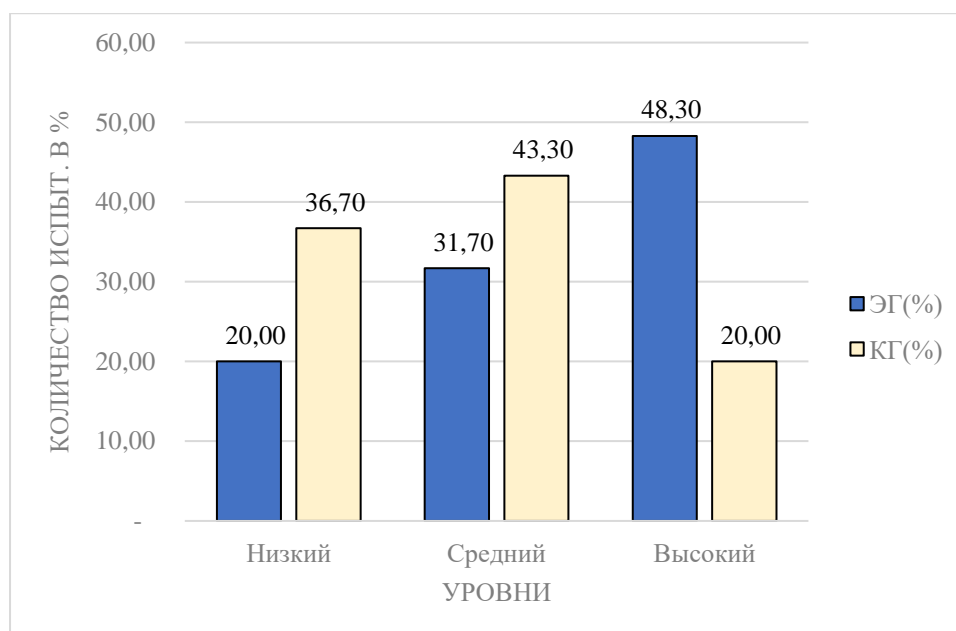
Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей у ЭГ на констатирующем и контрольном этапах исследования, а также значительную динамику развития уровня знаний в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики у обучающихся ЭГ.

Уровни способности к саморазвитию и самообразованию в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлены в таблице 20 и рисунке 11.

Таблица 20

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню способности к  
саморазвитию и самообразованию на контрольном этапе исследования  
(мотивационный критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	12,00	20,00	22,00	36,70
Средний	19,00	31,70	26,00	43,30
Высокий	29,00	48,30	12,00	20,00



**Рис. 11. Уровни способности к саморазвитию и самообразованию в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

В ЭГ, преобладающим уровнем способности к саморазвитию и самообразованию на контрольном этапе исследования – является высокий и составляет 48,3% (29 чел.). Средним уровнем обладают 31,7% (19 чел.) респондентов. Низким уровнем обладает 20% (12 чел.) респондентов.

В КГ, преобладающим уровнем развития сформированности знания о проектной деятельности на контрольном этапе исследования – является средний и составляет 43,3% (26 чел.). Высоким уровнем в КГ обладают 20% (12 чел.), а низким уровнем обладает 36,7% (22 чел.) респондентов.

Значительный рост уровня способности к саморазвитию и самообразованию у обучающихся в ЭГ обеспечен за счет: личного примера, систематического разбора кейсов, создания проблемных ситуаций и поиска их решения (которые основаны на демонстрации примеров работ педагога, других профессионалов в сфере компьютерной графики и 3D-моделирования, что способствует повышению мотивации обучающихся на осуществление самостоятельной познавательной деятельности и дальнейшего профессионального развития).

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и

КГ на контрольном этапе исследования представлен в таблице 21.

Таблица 21

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в  
ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

Уровень способности к саморазвитию и самообразованию	
$ t_{эмп} $	3,374
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей между обучающимися КГ и ЭГ, а также преимущества экспериментального обучения в эффективности повышения уровней способностей к саморазвитию и самообразованию у обучающихся ЭГ.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования представлен в таблице 22.

Таблица 22

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в  
ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования**

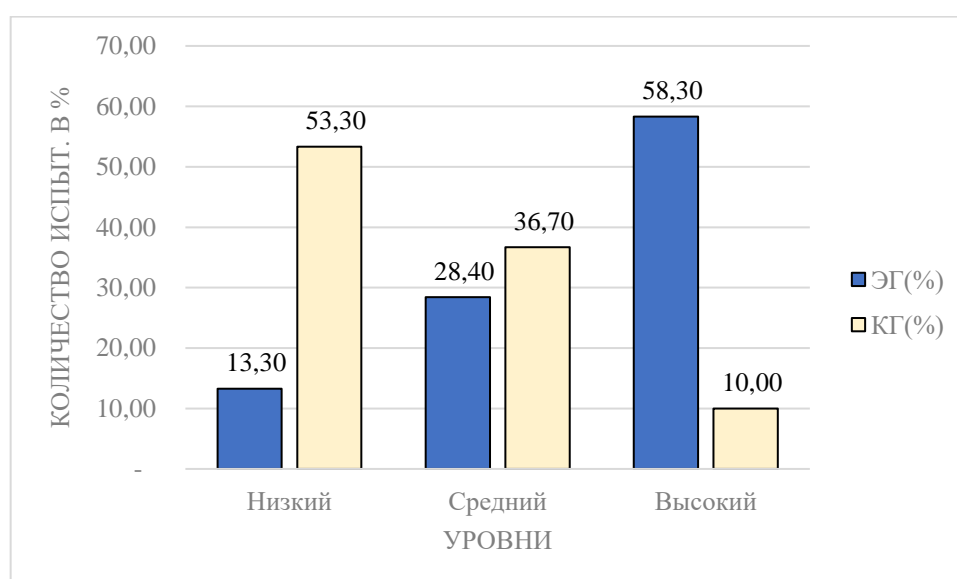
Уровень способности к саморазвитию и самообразованию	
$ t_{эмп} $	7,965
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей у ЭГ на констатирующем и контрольном этапах исследования, а также значительную динамику повышения уровня способностей к саморазвитию и самообразованию у обучающихся ЭГ.

Уровни сформированности знаний о проектной деятельности в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлены в таблице 23 и рисунке 12.

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню сформированности знаний о проектной деятельности на контрольном этапе исследования (праксиологический критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	8,00	13,30	32,00	53,30
Средний	17,00	28,30	22,00	36,70
Высокий	35,00	58,30	6,00	10,00



**Рис. 12. Уровни сформированности знаний о проектной деятельности в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

В ЭГ, преобладающим уровнем сформированности знания о проектной деятельности на контрольном этапе исследования – является высокий и составляет 58,3% (35 чел.). Средним уровнем обладают 28,3% (17 чел.) респондентов. Низким уровнем обладает 13,3% (8 чел.) респондентов.

В КГ, преобладающим развитием сформированности знания о проектной деятельности на контрольном этапе исследования – является низкий и составляет 53,3% (32 чел.). Высоким уровнем в КГ обладают 10% (6 чел.), а средним уровнем обладает 26,7% (22 чел.) респондентов.

Значительная динамика сформированности знаний о проектной

деятельности у обучающихся в ЭГ обеспечивается непосредственным включением в программу курса темы, связанной с проектной деятельностью, где разбираются основные этапы реализации проектного подхода, необходимый инструментарий для его реализации (ПО, платформенные решения), формируются навыки планирования деятельности и т. д.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлен в таблице 24.

Таблица 24

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

Уровень сформированности знаний о проектной деятельности	
$ t_{эмп} $	8,55
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей между обучающимися КГ и ЭГ, а также преимущества экспериментального обучения в эффективности развития знаний о проектной деятельности у обучающихся ЭГ.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования представлен в таблице 25.

Таблица 25

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования**

Уровень сформированности знаний о проектной деятельности	
$ t_{эмп} $	12,67
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей у ЭГ на констатирующем и контрольном

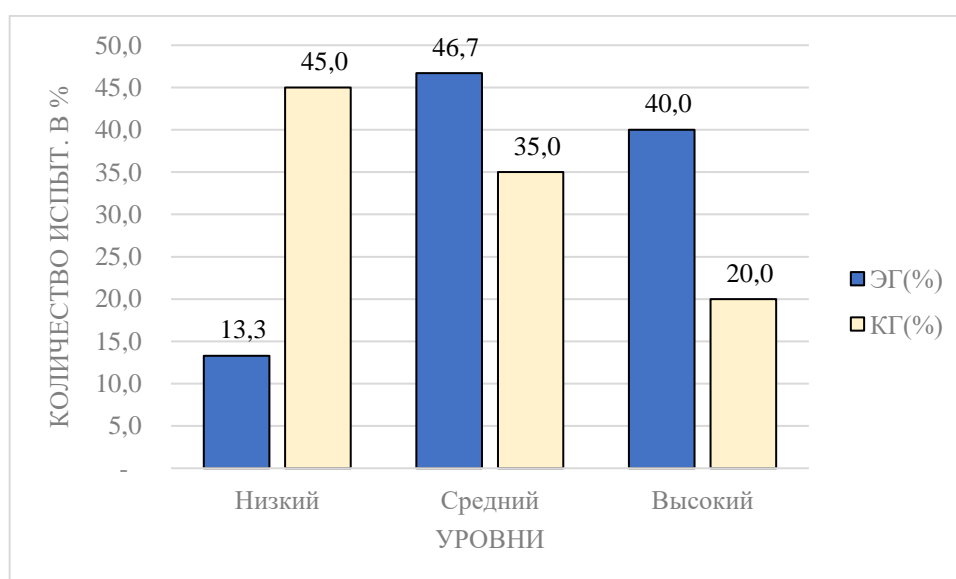
этапах исследования, а также значительную динамику повышения уровня знаний о проектной деятельности у обучающихся ЭГ.

Уровни сформированности технических способностей в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлены в таблице 26 и рисунке 13.

Таблица 26

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню сформированности технических способностей на контрольном этапе исследования (техничко-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	8,00	13,30	27,00	45,00
Средний	28,00	46,60	21,00	35,00
Высокий	24,00	40,00	12,00	20,00



**Рис. 13. Уровни сформированности технических способностей в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования**

В ЭГ, преобладающим уровнем сформированности технических способностей на контрольном этапе исследования – является средний и составляет 46,6% (28 чел.). Также определена динамика в сторону высокого уровня развития технических способностей обладают 40% (24 чел.), а низким уровнем обладает 13,3% (8 чел.) респондентов.

В КГ, преобладающим сформированности технических способностей на контрольном этапе исследования – является низкий и составляет 45% (27 чел.). Высоким уровнем в КГ обладают 20% (12 чел.), а средним уровнем обладает 35% (21 чел.) респондентов.

В результате диагностики технических способностей учащихся, были получены следующие результаты:

- динамика в сторону высокого уровня сформированности технических способностей в КГ выявлена не так ярко, как в ЭГ.
- преобладающим уровнем сформированности технических способностей на контрольном этапе исследования в ЭГ является средний, тогда как в КГ низкий.

Технические способности у обучающихся ЭГ получили большее развитие, чем у обучающихся в КГ. Это связано, прежде всего, с тем, что кроме обучения 3D-моделированию в процесс обучения было встроено множество наглядных пособий (видеоматериалов) по реализации тех или иных задач, проводилась постоянная педагогическая поддержка и консультация педагогом обучающихся в ходе возникновения вопросов технического характера. А также совокупностью применяемых решений в виде специального ПО, платформ и готовых баз данных (ресурсов), для эффективной реализации проектной деятельности, процесса 3D-моделирования и взаимодействия педагога и обучающихся.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлен в таблице 27.

Таблица 27

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

Уровень сформированности технических способностей	
$ t_{эмп} $	3,95
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{\text{эмп}}| > t_{\text{критическое}}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей между обучающимися КГ и ЭГ, а также преимущества экспериментального обучения в эффективности развития технических способностей у обучающихся ЭГ.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования представлен в таблице 28.

Таблица 28

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования**

Уровень сформированности технических способностей	
$ t_{\text{эмп}} $	11,07
$t_{\text{критическое}}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{\text{эмп}}| > t_{\text{критическое}}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей у ЭГ на констатирующем и контрольном этапах исследования, а также значительную динамику повышения уровня развития технических способностей у обучающихся ЭГ.

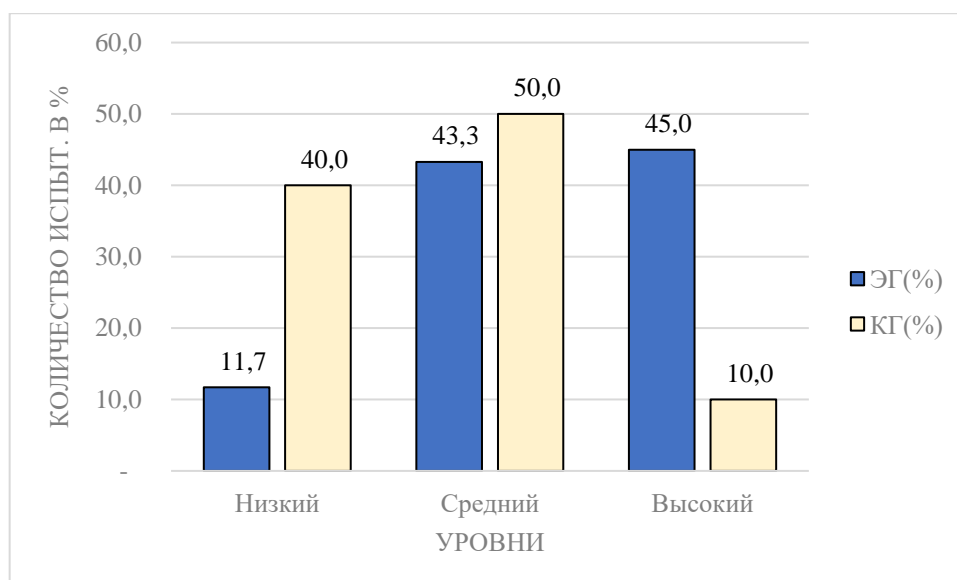
Уровни развития творческого мышления в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлены в таблице 29 и рисунке 14.

Таблица 29

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню развития творческого мышления на контрольном этапе исследования (технико-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	7,00	11,70	24,00	40,00
Средний	26,00	43,30	30,00	50,00
Высокий	27,00	45,00	6,00	10,00





**Рис. 14. Уровни развития творческого мышления в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

В ЭГ, преобладающим развитием творческого мышления на контрольном этапе исследования – является высокий и составляет 45% (27 чел.). Также определена значительная динамика в сторону среднего уровня развития творческого мышления, по результатам тестирования данным уровнем обладают 43,3% (18 чел.) респондентов. Низким уровнем обладает 11,7% (8 чел.) респондентов.

В КГ, преобладающим развитием технических способностей на контрольном этапе исследования – является средний и составляет 50% (30 чел.). Высоким уровнем в КГ обладают 10% (6 чел.), а низким уровнем обладает 40% (24 чел.) респондентов.

В результате диагностики творческого мышления учащихся, были получены следующие результаты:

- определена значительная динамика уровня развития творческого мышления у учащихся ЭГ в сторону высокого уровня;
- преобладающим уровнем развития творческого мышления на контрольном этапе исследования в ЭГ является высокий;
- преобладающим уровнем развития творческого мышления на контрольном этапе исследования в КГ является средний.

Значительная динамика в уровнях развития творческого мышления обучающихся ЭГ достигнута за счет включения в программу курса темы, связанной с методами решения творческих задач. Что позволило им в ходе практической образовательной и созидательной деятельности применять методы решения творческих задач (для поиска нетривиальных решений, генерации большого количества идей и соответственно – эффективной реализации проектной деятельности, достижения образовательных целей).

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлен в таблице 30.

Таблица 30

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

Уровень развития творческого мышления	
$ t_{\text{эмп}} $	5,1
$t_{\text{критическое}}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{\text{эмп}}| > t_{\text{критическое}}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей между обучающимися КГ и ЭГ, а также преимущества экспериментального обучения в эффективности развития творческого мышления у обучающихся ЭГ.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования представлен в таблице 31.

Таблица 31

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования**

Уровень развития творческого мышления	
$ t_{\text{эмп}} $	9,7
$t_{\text{критическое}}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

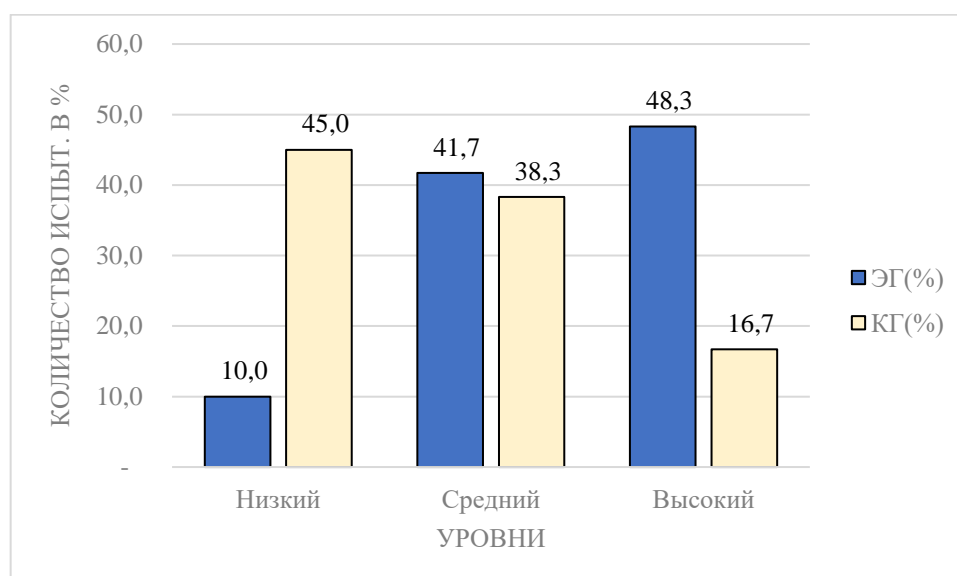
Значение  $|t_{\text{эмп}}| > t_{\text{критическое}}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей у ЭГ на констатирующем и контрольном этапах исследования, а также значительную динамику повышения уровня развития творческого мышления у обучающихся ЭГ.

Уровни развития пространственного мышления в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлены в таблице 32 и рисунке 15.

Таблица 32

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню развития пространственного мышления на контрольном этапе исследования (техничко-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	6,00	10,00	27,00	45,00
Средний	25,00	41,70	23,00	38,30
Высокий	29,00	48,30	10,00	16,70



**Рис. 15. Уровни развития пространственного мышления в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

В ЭГ, преобладающим развитием пространственного мышления на контрольном этапе исследования – является высокий и составляет 48,3% (29 чел.). Также определена значительная динамика в сторону среднего уровня развития творческого мышления, по результатам тестирования данным

уровнем обладают 41,7% (25 чел.) респондентов. Низким уровнем обладает 10% (6 чел.) респондентов.

В КГ, преобладающим развития технических способностей на контрольном этапе исследования – является низкий и составляет 45% (27 чел.). Высоким уровнем в КГ обладают 16,7% (10 чел.), а средним уровнем обладает 38,3 % (23 чел.) респондентов.

В результате диагностики пространственного мышления учащихся, были получены следующие результаты:

- определена значительная динамика уровня развития пространственного мышления у учащихся ЭГ в сторону высокого уровня;
- преобладающим уровнем пространственного мышления на контрольном этапе исследования в ЭГ является высокий;
- преобладающим уровнем развития технических способностей на контрольном этапе исследования в КГ является низкий.

Развитие пространственного обучающихся обеих групп связано со спецификой сферы обучения 3D-моделированию. Но значительная динамика наблюдается именно в ЭГ, что обеспечивается наличием большого количества времени, уделяемого практическим заданиям, демонстрацией педагогом поэтапного моделирования простых и сложных объектов в графическом редакторе, презентацией материала педагогом и его видеосопровождением, а также содержанием домашних заданий, которые сопровождаются необходимыми видео-материалами по реализации тех или иных задач (обеспечивая развитие визуальной и пространственной ориентации обучающихся в графическом редакторе, что находит непосредственное отражение в других аспектах их учебной деятельности).

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлен в таблице 33.

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в  
ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

Уровень развития пространственного мышления	
$ t_{\text{эмп}} $	3,72
$t_{\text{критическое}}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{\text{эмп}}| > t_{\text{критическое}}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей между обучающимися КГ и ЭГ, а также преимущества экспериментального обучения в эффективности развития пространственного мышления у обучающихся ЭГ.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования представлен в таблице 34.

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в  
ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования**

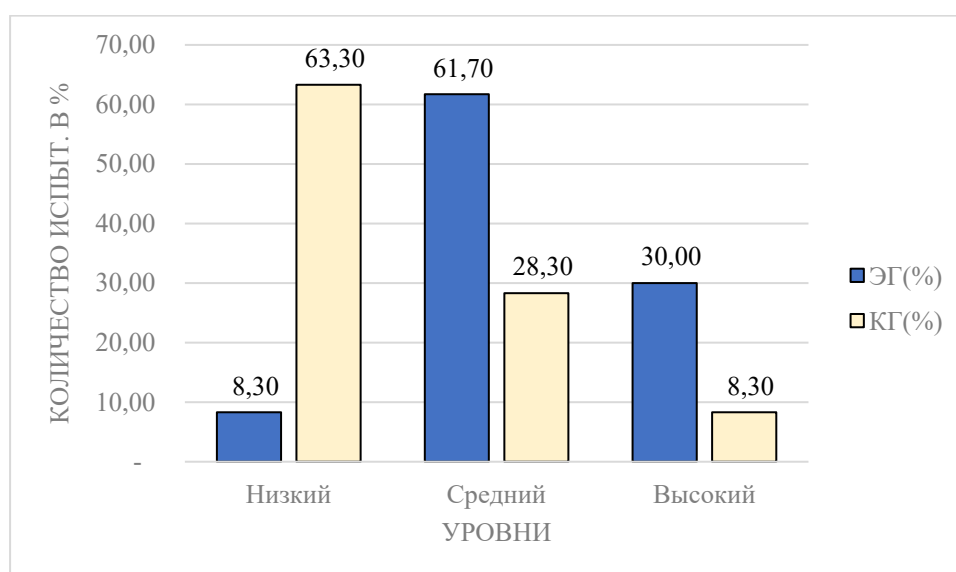
Уровень развития пространственного мышления	
$ t_{\text{эмп}} $	12,05
$t_{\text{критическое}}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{\text{эмп}}| > t_{\text{критическое}}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей у ЭГ на констатирующем и контрольном этапах исследования, а также значительную динамику повышения уровня развития пространственного мышления у обучающихся ЭГ.

Уровни знаний методов решения творческих задач в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлены в таблице 35 и рисунке 16.

**Распределение обучающихся ЭГ и КГ по уровню знаний методов  
решения творческих задач на контрольном этапе исследования  
(технико-творческий критерий)**

Уровни	ЭГ (чел.)	ЭГ(%)	КГ(чел.)	КГ(%)
Низкий	5,00	8,30	38,00	63,30
Средний	37,00	61,70	17,00	28,30
Высокий	18,00	30,00	5,00	8,30



**Рис. 16. Уровни знаний методов решения творческих задач в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

В ЭГ, преобладающим уровнем знаний методов решения творческих задач на контрольном этапе исследования – является средний и составляет 61,7% (37 чел.). Высоким уровнем обладают 30% (18 чел.) респондентов. Низким уровнем обладает 8,3% (5 чел.) респондентов.

В КГ, преобладающим уровнем знаний методов решения творческих задач на контрольном этапе исследования – является низкий и составляет 63,3% (38 чел.). Высоким уровнем в КГ обладают 8,3% (5 чел.), а средним уровнем обладает 28,3% (17 чел.) респондентов.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования представлен в таблице 36.

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в  
ЭГ и КГ на контрольном этапе исследования**

Уровень знаний методов решения творческих задач	
$ t_{эмп} $	7,315
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей между обучающимися КГ и ЭГ, а также преимущества экспериментального обучения в эффективности развития уровня знаний методов решения творческих задач у обучающихся ЭГ.

t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования представлен в таблице 37.

**t-критерий Стьюдента (Критерий Крамера Уэлча) по данным в  
ЭГ на констатирующем и контрольном этапе исследования**

Уровень знаний методов решения творческих задач	
$ t_{эмп} $	13,075
$t_{критическое}$	1,658
Уровень значимости	$p=0,05$

Значение  $|t_{эмп}| > t_{критическое}$ , что указывает на 95% достоверность различий полученных показателей у ЭГ на констатирующем и контрольном этапах исследования, а также значительную динамику повышения уровня знаний методов решения творческих задач у обучающихся ЭГ.

Вышеобозначенные результаты применения методов описательной статистики по шкале отношений, которые заключаются в определении средних значений, дисперсий, t-критерия Стьюдента (Критерия Крамера Уэлча) – позволяют сделать следующие выводы о результатах экспериментального исследования:

1) Уровни сформированности и развитости обозначенных способностей к техническому творчеству у обучающихся в ЭГ и КГ (на контрольном этапе исследования) различны.

2) Уровни сформированности и развитости обозначенных способностей к техническому творчеству у обучающихся в ЭГ (на констатирующем и контрольном этапах исследования) различны.

3) В приложении 2 отражены результаты сравнения по выше обозначенным показателям уровней сформированности и развитости способностей к техническому творчеству у обучающихся в ЭГ и КГ на констатирующем этапе исследования. Данные сравнения показали, что нет значимых различий между результатами тестирования обеих групп на констатирующем этапе исследования.

Таким образом, в результате применения методов описательной статистики для шкалы отношений, мы пришли к выводу об эффективности применения разработанной педагогической модели в формировании и развитии способностей к техническому творчеству обучающихся в освоении образовательной программы по 3D-моделированию и компьютерной графике в системе дополнительного образования.

Далее рассмотрим **сравнение результатов тестирования в ЭГ на констатирующем и контрольных этапах по критерию Фишера**, в их динамике. Это необходимо для дополнительного подтверждения данных, но уже в виде ранговой шкалы.

**При определении данных в ЭГ**, сравнении и анализе результатов будем брать за основу следующие положения:

1) Результаты прохождения теста считаются успешными, если учащийся средний или высокий балл, и неуспешными – если набран низкий балл.

2) Гипотезы будут следующими:

а)  $H_0$ : доля лиц, у которых проявляется исследуемый эффект (набран высокий или средний балл по результатам прохождения теста), на



контрольном этапе исследования (результаты тестирования ЭГ – количество учащихся, набравших средний или высокий балл) не больше, чем на констатирующем этапе исследования.

б) Н1: доля лиц, у которых проявляется исследуемый эффект (набран средний или высокий балл по результатам прохождения теста), на контрольном этапе исследования (результаты тестирования ЭГ – количество учащихся, набравших средний или высокий балл) больше, чем на констатирующем этапе исследования.

Данные, полученные в ходе анализа результатов в виде ранговой шкалы по критерию Фишера – представлены в таблицах ниже.

Таблица 38

**Данные по тесту на уровень знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики в ЭГ (когнитивный критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	55 (91,7%)	5 (8,3%)	ф*эмп = 8.271
2	Констатирующий	15 (25%)	45 (75%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение ф* находится в зоне значимости. Н0 отвергается. Н1 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

Таблица 39

**Данные по тесту на уровень способности к саморазвитию и самообразованию в ЭГ (мотивационный критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	48 (80%)	12 (20%)	ф*эмп = 3.883
2	Констатирующий	28 (46,7%)	32 (53,3%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение ф* находится в зоне значимости. Н0 отвергается. Н1 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень сформированности знаний о  
проектной деятельности  
(праксиологический критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	52 (86,7%)	8 (13,3%)	ф*эмп = 5.428
2	Констатирующий	25 (41,7%)	35 (58,3%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение ф* находится в зоне значимости. Н0 отвергается. Н1 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень сформированности технических  
способностей в ЭГ  
(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	52 (86,7%)	8 (13,3%)	ф*эмп = 5.987
2	Констатирующий	22 (36,7%)	38 (63,3%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение ф* находится в зоне значимости. Н0 отвергается. Н1 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень развития творческого мышления в  
ЭГ  
(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	53 (88,3%)	7 (11,7%)	ф*эмп = 5.516
2	Констатирующий	26 (43,3%)	34 (56,7%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение ф* находится в зоне значимости. Н0 отвергается. Н1 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень развития пространственного мышления в ЭГ**  
**(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	54 (90%)	6 (10%)	ф*эмп = 5.264
2	Констатирующий	29 (48,3%)	31 (51,7%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение $\phi^*$ находится в зоне значимости. $H_0$ отвергается. $H_1$ принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень знаний методов решения творческих задач в ЭГ**  
**(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	55 (91,7%)	5 (8,3%)	ф*эмп = 7.657
2	Констатирующий	18 (30%)	42 (70%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение $\phi^*$ находится в зоне значимости. $H_0$ отвергается. $H_1$ принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

Теперь, аналогичным образом **перейдем к сравнению результатов тестирования КГ**. При определении результатов, сравнении и анализе выборок будем брать за основу следующие положения:

1) Результаты прохождения теста считаются успешными, если учащийся средний или высокий балл, и неуспешными – если набран низкий балл.

2) Гипотезы будут следующими:

а)  $H_0$ : доля лиц, у которых проявляется исследуемый эффект (набран высокий или средний балл по результатам прохождения теста), на контрольном этапе исследования (результаты тестирования КГ – количество

учащихся, набравших средний или высокий балл) не больше, чем на констатирующем этапе исследования.

б) Н1: доля лиц, у которых проявляется исследуемый эффект (набран средний или высокий балл по результатам прохождения теста), на контрольном этапе исследования (результаты тестирования КГ – количество учащихся, набравших средний или высокий балл) больше, чем на констатирующем этапе исследования.

Таблица 45

**Данные по тесту на уровень знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики в КГ  
(когнитивный критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	48 (69,6%)	12 (30,4%)	ф*эмп = 5.478
2	Констатирующий	14 (23,3%)	46 (76,7%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение $\phi^*$ находится в зоне значимости. Н0 отвергается. Н1 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

Таблица 46

**Данные по тесту на уровень способности к саморазвитию и самообразованию в КГ  
(мотивационный критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	38 (63,3%)	22 (36,7%)	ф*эмп = 2.021
2	Констатирующий	27 (45%)	33 (55%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение $\phi^*$ находится в зоне неопределенности. Н0 отвергается. Н1 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень сформированности знаний о  
проектной деятельности в КГ  
(праксиологический критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	28 (46,7%)	32 (53,3%)	ф*эмп = 0.378
2	Констатирующий	26 (43,3%)	34 (56,7%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение $\phi^*$ находится в зоне незначимости. $H_1$ отвергается. $H_0$ принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 не больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень сформированности технических  
способностей в КГ  
(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	33 (55%)	27 (45%)	ф*эмп = 2.218
2	Констатирующий	21 (35%)	39 (65%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение $\phi^*$ находится в зоне неопределенности. $H_0$ отвергается. $H_1$ принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень развития творческого мышления в  
КГ  
(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	36 (60%)	24 (40%)	ф*эмп = 2.207
2	Констатирующий	24 (60%)	36 (40%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение $\phi^*$ находится в зоне неопределенности. $H_0$ отвергается. $H_1$ принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень развития пространственного мышления в КГ**

**(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	33 (55%)	27 (45%)	ф*эмп = 0.909
2	Констатирующий	28 (46,7%)	32 (53,3%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение ф* находится в зоне незначимости. Н1 отвергается. Н0 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 не больше, чем в выборке 2.				

**Данные по тесту на уровень знаний методов решения творческих задач в КГ**

**(технико-творческий критерий)**

№ Выборки	Этап исследования	Средний и Высокий балл	Низкий балл	Значение критерия Фишера
1	Контрольный	22 (36,7%)	38 (63,3%)	ф*эмп = 0.986
2	Констатирующий	17 (28,3%)	43 (71,7%)	
Результат: Полученное эмпирическое значение ф* находится в зоне незначимости. Н1 отвергается. Н0 принимается: Доля лиц, у которых наблюдается эффект, в выборке 1 не больше, чем в выборке 2.				

Далее приведем таблицу сравнения критериев Фишера в зависимости от выбранной группы и темы тестирования.

**Анализ полученных данных по критерию Фишера в ходе исследования**

№ Теста	Тема тестирования	ЭГ, ф*эмп	КГ, ф*эмп
1	Уровень знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики	8.271 Знач.	5.478 Знач.
2	Уровень способности к саморазвитию и самообразованию	3.883 Знач.	2.021 Неопр.
3	Уровень сформированности знаний о проектной деятельности	5.428 Знач.	0.378 Незнач.

4	Уровень сформированности технических способностей	5.987 Знач.	2.218 Неопр.
5	Уровень развития творческого мышления	5.516 Знач.	2.207 Неопр.
6	Уровень развития пространственного мышления	5.264 Знач.	0.909 Незнач.
7	Уровни знаний методов решения творческих задач	7.657 Знач.	0.986 Незнач.

Таблица 52 отражает результаты анализа данных тестирования ЭГ и КГ по критерию Фишера. Полученные значения в ЭГ находятся в зоне значимости и подтверждают гипотезу  $H_1$ , где доля лиц, у которых наблюдается эффект (учащиеся набравшие средний и высокий балл по результатам тестирования), в выборке 1 (результаты на контрольном этапе исследования) больше, чем в выборке 2 (результаты на констатирующем этапе исследования).

По данным, полученным в КГ, было определено, что в тесте №1 выявлена также значительная динамика уровня знаний обучающихся. Что обусловлено в большей степени именно схожестью направленности программы обучения.

В тестах №2, 4, 5 выявлена незначительная динамика, которая характеризуется тем, что  $\phi^*$ эмп находится в зоне неопределенности, но гипотеза  $H_1$  подтверждается. Результаты тестирования на контрольном этапе исследования отличаются от данных, полученных на констатирующем этапе исследования.

В тестах №3, 6, 7 динамика практически отсутствует, а  $\phi^*$ эмп находится в зоне незначимости. Таким образом гипотеза  $H_1$  (для КГ) отвергается, а  $H_0$  подтверждается, значит доля лиц, у которых проявляется исследуемый эффект, в выборке 1 не больше, чем в выборке 2. Результаты тестирования на контрольном этапе исследования статистически не отличаются от данных, полученных на констатирующем этапе исследования.

Таким образом, результаты анализа данных в ранговой шкале по критерию Фишера имеют схожие логические выводы об эффективности

применения разработанной педагогической модели, как и по критерию Стьюдента.

Результаты тестирования в ЭГ до и после реализации формирующего этапа эксперимента различны. Результаты в КГ до и после реализации формирующего эксперимента статистически не различаются (сходны) по большинству тестов. Сравнение результатов ЭГ и КГ на констатирующем этапе схожи, что обусловлено равным уровнем знаний обучающихся на начальном этапе эксперимента. Тогда как на контрольном этапе исследования – результаты в ЭГ и КГ отличаются, а значительная положительная динамика результатов ЭГ указывает на эффективность педагогической модели, которая находит отражение в росте показателей развитости технических способностей обучающихся ЭГ.

Полученная совокупность данных позволяет нам судить об общей эффективности проведенного исследования. А высокая динамика уровня сформированности способностей к техническому творчеству обучающихся в ЭГ, определенная по результатам тестирования говорит об эффективности применяемой педагогической модели и реализуемых педагогических условий, направленной на развитие технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования.

Необходимо заметить, что контрольная группа также имела некоторую динамику уровней сформированности и развитости способностей к техническому творчеству. Но эта динамика не так ярко выражена, как в экспериментальной группе. Кроме того, она не охватывает основные требования к развитию технического творчества обучающихся, сформированные в теоретической части нашего исследования. Различия содержания образовательных программ для ЭГ и КГ позволили определить ключевые составляющие в эффективном развитии детского технического творчества. А данные наблюдения позволяют сделать вывод о непосредственном влиянии экспериментальной методики обучения, обусловленной разработанной педагогической моделью, включающей в себя



педагогические условия развития технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования.

### **Выводы по второй главе**

Опытно-экспериментальная работа по развитию технического творчества обучающихся в учреждении дополнительного образования, а также проверка эффективности разработанной педагогической модели, которая получила отражение в настоящей диссертационной работе, позволила сделать следующие выводы:

1) В обеих группах (экспериментальной и контрольной) было определено наличие большого интереса к сфере 3D-моделирования и компьютерной графики. Это связано с актуальностью выбранной программы, в современных условиях развития науки и техники, требованиям к профессиональным компетенциям будущего специалиста и широкой известностью, распространенностью данной технологии в мире. Желание обучаться и развиваться в данном направлении, в начале обучения было не такое явное – из-за отсутствия у многих обучающихся полноты сформированной картины о специфике 3D-моделирования (как объекта профессиональной деятельности, так и объекта саморазвития, самообразования). Неполнота сформированности картины о данной сфере проявлялось в наличии большого количества вопросов на пробных занятиях, касающихся областей применения технологии, дохода профессионалов (работающих в этой сфере) и т. д. Но в ходе обучения и погружения в сферу – желание обучаться и развиваться в ней становилось более явным и формировало у обучающихся стремление к самостоятельной исследовательской, практической, творческой деятельности, росту активности на занятиях, проявления инициативы и т. д. По нашему мнению, это обусловлено содержанием образовательной программы, ее структурной целостности и непрерывной педагогической поддержке обучающихся в ходе ее освоения.

2) Как показало наше исследование, решением проблемы развития детского технического творческого обучающихся в системе дополнительного образования, стало наличие не только специальной образовательной программы, но и организация соответствующих педагогических условий, содержащих в себе необходимые структурно-содержательные элементы, способствующие творческому развитию обучающихся во взаимодействии с объектами техники, технологий.

3) Основой педагогической модели стала образовательная программа, содержащая в себе учебный план, который направлен на непрерывное развитие компетенций и компетентности обучающихся в области технического творчества через освоение программы по 3D-моделированию и компьютерной графики. Где одной из ключевых составляющих процесса была организация проектной деятельности.

4) Задача доказательства эффективности педагогической модели была решена путем ее внедрения в образовательную практику в учреждении дополнительного образования. В результате реализации опытно-экспериментальной части нашего исследования мы пришли к выводу о том, что педагогическая модель должна реализовываться в рамках следующих этапов развития технического творчества обучающихся:

- а) осознание обучающимися своих образовательных возможностей;
- б) определение основных целей и задач обучения;
- в) получение полной и достоверной образовательной информации;
- г) обеспечение планирования обучающимися своей деятельности, формулировка и реализация проектных задач;
- д) оценка эффективности и работа по улучшению своей образовательной и практической деятельности.

Педагогическая модель структурирована в определенную функциональную систему, которая состоит из соответствующих взаимосвязанных блоков: целевого, содержательного, организационного, процессуального, результативного. Где эффективность развития детского

технического творчества была определена применением специальных критериев: когнитивный, мотивационный, праксиологический, технико-творческий. В ходе уровневой оценки сформированности способностей к техническому творчеству обучающихся были определены следующие начальные (до освоения образовательной программы) и конечные (после освоения образовательной программы) показатели:

- уровень знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики;
- уровень сформированности технических способностей;
- уровень развития творческого мышления;
- уровень развития пространственного мышления;
- уровень сформированности знаний о проектной деятельности;
- уровень способности к саморазвитию и самообразованию;
- уровень знаний методов решения творческих задач.

5) По результатам анализа опытно-экспериментальных данных методами описательной статистики была доказана эффективность педагогической модели и соответствие ее структурно-содержательных компонентов необходимым условиям развития детского технического творчества. Данные, полученные на констатирующем и контрольном этапе исследования позволили выявить значительную положительную динамику показателей сформированности способностей к техническому творчеству у обучающихся в экспериментальной группе. В ходе обучения экспериментальной группы применялась батарея методик, направленная на развитие основных способностей к техническому творчеству детей. По результатам прохождения программы курса обучающиеся:

а) приобрели основные и дополнительные знания о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики (91,7% обучаемых экспериментальной группы набрали средние и высокие баллы по результатам прохождения теста, на контрольном этапе исследования);

б) развили технические способности (86,6% обучаемых экспериментальной группы набрали средние и высокие баллы по результатам прохождения теста, на контрольном этапе исследования);

в) творческое мышление и опыт практической творческой деятельности (88,3% обучаемых экспериментальной группы набрали средние и высокие баллы по результатам прохождения теста, на контрольном этапе исследования);

г) развили пространственное мышления и опыт практической творческой деятельности (90% обучаемых экспериментальной группы набрали средние и высокие баллы по результатам прохождения теста, на контрольном этапе исследования);

д) приобрели теоретические знания и практический опыт групповой, а также индивидуальной проектной деятельности (86,6% обучаемых экспериментальной группы набрали средние и высокие баллы по результатам прохождения теста, на контрольном этапе исследования);

е) получили развитие способностей к самообразованию и саморазвитию (86,6% обучаемых экспериментальной группы набрали средние и высокие баллы по результатам прохождения теста, на контрольном этапе исследования);

ж) сформировали системные знания о методах решения творческих задач и практический опыт их применения (91,7% обучаемых экспериментальной группы набрали средние и высокие баллы по результатам прохождения теста, на контрольном этапе исследования).

Настолько выраженная динамика не наблюдалась в контрольной группе, что также подтверждается анализом результатов тестирования методами описательной статистики. И обусловлено тем, что контрольная группа обучалась по стандартной образовательной программе, не содержащих методик, необходимых для развития способностей к техническому творчеству, которые мы определили в теоретической части исследования. Таким образом можно сделать вывод об эффективности разработанной и реализованной педагогической модели развития детского технического творчества обучающихся в системе дополнительного образования.

## Заключение

Проблема развития технического творчества обучающихся – актуальная проблема педагогической науки. Ее решение предполагает комплексный подход в исследовании, затрагивая важные аспекты обучения, воспитания и развития обучающихся в ходе их взаимодействия с информацией, современными достижениями науки и техники, оборудованием, программным обеспечением. Значимой частью данной проблемы выступает исследование возможностей профессионального самоопределения обучающихся в процессе овладения навыками взаимодействия с современными техническими устройствами и программами, их подготовка к будущей профессиональной деятельности.

Необходимость обращения к проблеме развития детского технического творчества в системе дополнительного образования обусловлена возрастающей ролью организаций дополнительного образования в реализации потребностей современного общества, функционирующего в условиях быстрого роста темпов развития науки и техники; в требованиях к специалистам будущего и т.п. Определенная свобода деятельности организаций дополнительного образования, позволяющая им быстро реагировать на потребности общества, производства, конкретной личности, повышает их возможность интенсивно включиться в подготовку будущих специалистов, развивая у обучающихся способность к техническому творчеству.

Дополнительное образование реализуется в рамках внеучебной деятельности обучающихся и требует дополнительного времени на освоение определенных знаний, умений и навыков. В его организации возникает острая необходимость обеспечения особой мотивированности деятельности обучающихся, которая может быть достигнута только в специальных педагогических условиях, формирующих у детей и подростков познавательный интерес, осознание потенциальных возможностей образования в изучении нового материала, осознанный подход к обучению. В

процессе обучения они учатся взаимодействовать с коллективом, осуществлять социально-значимую в настоящее время проектную деятельность и овладевать необходимыми для дальнейшего профессионального и личностного развития компетенциями. В этой связи актуально исследование и апробация педагогических условий, которые будут сопутствовать построению образовательного процесса, обеспечивающего успешность обучающихся в освоении образовательных программ. Мы видим, что реализации предлагаемых нами педагогической модели и образовательной программы по 3D-моделированию и компьютерной графике в организации дополнительного образования, способны обеспечить успешность развития способностей к техническому творчеству у детей и подростков.

Проведенный анализ российских и зарубежных исследований в области технического творчества и работ, по вопросу развития системы дополнительного образования, позволили раскрыть сущностную и структурно-содержательную характеристику детского технического творчества, проследить историю становления и развития технического творчества в системе дополнительного образования. Где техническое творчество представляет собой определенный комплекс компетенций, которые необходимо формировать и развивать у обучающихся детей и подростков. Что обеспечит их эффективную адаптацию к новейшим достижениям науки и техники, соответствие требованиям общества и стратегическим планам развития научно-технического потенциала страны, устойчивые способности к саморазвитию и самообразованию, с целью повышения их интеллектуального, технического и творческого потенциала. В связи с этим, в ходе нашего исследования, мы пришли к определению ключевых понятий исследования:

– **детское техническое творчество представляет собой вид продуктивной деятельности детей и подростков, связанной с решением технических задач, ориентированных на самостоятельное создание новых или обновление имеющихся технических средств, устройств,**

**систем, программного обеспечения, физических и виртуальных объектов, а также их моделей;**

– способности к техническому творчеству – это свойства человека, включающие в себя синтез общих и специальных качеств, которые применяются во взаимодействии с объектами реального и виртуального мира, техникой, технологиями и информацией, в ходе решения задач технического характера, требующих творческого подхода;

– развитие детского технического творчества в системе дополнительного образования – целенаправленный, педагогически организованный процесс включения обучающихся во взаимодействие с современными технологиями, техническими устройствами, характеризующееся применением современных средств, методов и технологий обучения, ориентированных на развитие его способностей к техническому творчеству, субъект-субъектный характер образовательных отношений, личностное и компетентное развитие ребенка.

В ходе исследования были конкретизированы основные составляющие технического творчества детей и подростков:

- технический характер мышления;
- пространственное мышление;
- креативность и творческое мышление;
- самостоятельность действий в генерировании новых инженерных идей, стремление к саморазвитию и самообразованию;
- владение навыками воплощения идей в проектной документации и в моделях.

Уточнение содержания выше выделенных понятий и конкретизация основных составляющих технического творчества детей и подростков стали основой для определения наиболее эффективных педагогических технологий, формирования дидактической основы, ориентированной на развитие способностей к техническому творчеству обучающихся в

организации дополнительного образования: STEM-технология, технология коллаборативного обучения, модульное обучение, технология портфолио.

Они должны реализовываться в комплексе со следующими особенностями и закономерностями, которые характеризуют развитие детского технического творчества в учреждении дополнительного образования:

- направление подготовки (содержание образовательной программы);
- характеристики образовательной среды;
- личностные качества обучающихся и педагога;
- технологические условия организации образовательной деятельности;
- внутренняя и внешняя среда взаимодействия организации;
- принципы и закономерности педагогического процесса.

Исследование показало, что эффективному развитию навыков способствует комплекс следующих условий:

- дидактические условия, характеризующиеся применением современных педагогических технологий, актуальных форм организации образовательной деятельности (групповая и индивидуальная работа) и соответствующих методов и приемов обучения (метод проектов, мозговой штурм, метод ассоциаций и т.д), направленных на развитие способностей к техническому творчеству детей и подростков в процессе освоения программы по 3D-моделированию и компьютерной графике;
- материально-технические условия (учебные аудитории с современным оборудованием и предметно-развивающими составляющими окружения; новейшие версии специализированного программного обеспечения (Blender, Unity, Zbrush, Microsoft Power Point);
- условия взаимодействия (между педагогом и обучающимися, между педагогом и родителями, коллективное взаимодействие обучающихся между собой, их техническое и технологическое оснащение: платформы учебного взаимодействия и реализации проектной деятельности (Telegram, WhatsApp,



Xmind, Kaiten/Trello, Microsoft Teams/Zoom); платформы хранения данных (Яндекс диск, Google Drive); базы готовых моделей и поиска идей (Sketchfab, 3ddd, Open3dmodel, Artstation, Pinterest, Unity Asset Store, Mixamo).

Внедрение в педагогическую практику вышеобозначенных компонентов дидактической основы стало неотъемлемой частью разработанной и апробированной педагогической модели развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организации дополнительного образования, которая представляет собой структурно-функциональную систему, состоящую из: **целевого, содержательного, процессуального, результативного и аналитического** блоков.

В качестве методологической основы педагогической модели представлен системно-деятельностный (обеспечивающий организацию продуктивной технической и творческой деятельности обучающихся при работе в группах и индивидуально), компетентностный (ориентированный на развитие у обучающихся детей и подростков компетенций по работе с современным техническим оборудованием, программным обеспечением, по разработке собственных проектов и их защите) подходы.

Основой реализации вышеобозначенных условий выступает наличие **специальной образовательной программы**, направленной на развитие компетенций и компетентности в выбранной сфере. В нашем исследовании синтез направления 3D-моделирования и дидактических особенностей развития детского технического творчества позволил обеспечить комплексный всесторонний подход в развитии способностей к техническому творчеству у обучающихся. Основой образовательной программы стал **практико-ориентированный характер обучения с применением методов решения творческих задач и проектным подходом.**

Комплексная реализация современных педагогических технологий в обучении, методов решения творческих задач и акцент на практико-ориентированной деятельности обучающихся детей и подростков позволили повысить их интерес к освоению образовательной программы в полном

объеме и развить основные способности к техническому творчеству: техническое и творческое мышление, пространственное воображение, знания методов решения творческих задач и умений применять их на практике, знания, умения и навыки в области проектной деятельности а также профессиональных компетенций по направлению 3D-моделирования и компьютерной графики.

В ходе освоения программы курса, обучающиеся поэтапно проходили, определенные в ходе исследования, стадии развития технического творчества:

- стадия осмысления – формирование понимания у обучающегося собственных образовательных возможностей как начинающего специалиста в области 3D-моделирования, компьютерной графики, технического творчества;

- стадия становления – формулировка целей, задач и приоритетов обучения, прохождения программы курса, осуществления проектной деятельности;

- стадия самоактуализации – моделирование обучающимися собственной проектной и творческой деятельности, выработка способов ее реализации (трансформируются умения и личный опыт в желание саморазвития, дальнейшего обучения по направлению);

- стадия самореализации – реализация и аргументация обучающимися собственных убеждений, опыта, методов технического творчества, профессионального подхода к задачам и проектной деятельности (успешное достижение поставленных целей; убежденность в качестве достигнутых результатов, полное осознание накопленного опыта и практической деятельности; наличие компетентности в области 3D-моделирования, технического творчества и проектной деятельности).

В ходе разработки и включения в педагогическую модель научно-обоснованного диагностического комплекса для измерения эффективности

развития технического творчества детей и подростков средствами 3D-моделирования были определены основные критерии ее оценки:

А) **Когнитивный** критерий – характеризующийся уровнем освоения знаний по основным направлениям подготовки (знание особенностей сферы 3D-моделирования и компьютерной графики), знание сфер профессиональной деятельности, где данная технология является востребованной.

Б) **Мотивационный** критерий – характеризующийся уровнем способностей к саморазвитию и самообразованию в области овладения технологией 3D-моделирования и стремлением использовать ее в настоящей и будущей деятельности.

В) **Праксиологический** критерий – характеризующийся уровнем сформированности знаний о проектной деятельности и владения навыками проектной деятельности в области 3D-моделирования и компьютерной графики.

Г) **Технико-творческий** критерий – характеризующийся уровнем сформированности технических способностей, творческого мышления, уровнем развития пространственного мышления (воображения) и знаний методов решения творческих задач в области 3D-моделирования и других смежных областях.

Обеспечение реализации педагогического эксперимента позволило обосновать **эффективность разработанной педагогической модели и диагностической базы в определении результативности развития творческих способностей детей и подростков.** Диагностическими методиками и средствами послужили специально отобранные тесты, позволяющие определить уровни развития способностей к техническому творчеству у обучающихся на начальном и конечном этапах обучения: тест, ориентированный на определение уровня сформированности знаний в области 3D-моделирования и компьютерной графики, умений использовать их в деятельности (авторский); тест В. И. Андреева (Оценка способности к

саморазвитию, самообразованию); тест, ориентированный на оценку знаний у обучающихся об основах проектной деятельности и готовности к активному включению в проектную работу (авторский); тест механической понятливости Беннета (модификация Г. В. Резапкиной); тест креативности Торренса; тест на навыки пространственного мышления (тест пространственного мышления И. С. Якиманская, В. Г. Зархин, Х.-М. Х. Кадаяс); тест на знание основ решения творческих задач, включая методы решения творческих задач и их специфику (авторский).

В ходе осуществления констатирующего и контрольного этапов проводилась поэтапная диагностика способностей обучающихся, а также анализ и обработка полученных данных с помощью методов описательной статистики:

– **На констатирующем этапе** экспериментального исследования показатели ЭГ и КГ статистически не имели различий по всем критериям. Полученные данные позволили сделать вывод о схожести результатов обеих групп в начале обучения (схожем уровнем развития способностей);

– В ходе реализации формирующего этапа в ЭГ была применена Общеразвивающая программа дополнительного образования «Основы 3D-моделирования и компьютерной графики» с содержанием специальных тем – направленных на развитие детского технического творчества, включающая в себя проектный подход, методы решения творческих задач, непрерывную поддержку и консультацию педагога в процессе обучения, интерактивные формы обучения и ориентацию на практическую деятельность. Тогда как в КГ была применена стандартная образовательная программа по 3D-моделированию, не включающая в себя основы теории и практики по методам решения творческих задач и проектной деятельности;

– После освоения образовательной программы был реализован **контрольный этап** экспериментального исследования, где проводилась повторная диагностика способностей обучающихся и была доказана статистическая разность результатов обеих групп. В результате обработки

опытно-экспериментальных данных методами описательной статистики (Критерий Крамера Уэлча и Критерий Фишера), полученных на констатирующем и контрольном этапах исследования была выявлена **значительная положительная динамика уровней сформированности способностей к техническому творчеству у обучающихся в ЭГ**. Динамика показателей в ЭГ значительно превосходила динамику показателей КГ. Таким образом был сделан вывод об **эффективности разработанной и реализованной педагогической модели** развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в системе дополнительного образования.

Собранный теоретический материал и реализация опытно-экспериментального исследования позволяют **подтвердить основную гипотезу нашего исследования** о том, что эффективность развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования будет обеспечена, если

- определены и обоснованы сущность понятия «детское техническое творчество», составные компоненты развития способностей к техническому творчеству у детей и подростков средствами 3D-моделирования;

- обоснована дидактическая составляющая обучения 3D-моделированию;

- разработана и реализована педагогическая модель развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования в организациях дополнительного образования;

- разработан и внедрен в практику диагностический комплекс для измерения эффективности развития способностей к техническому творчеству, определены критерии и показатели их оценивания.

По результатам внедрения в работу современных достижений науки и техники, актуальных педагогических технологий в обучении, можно говорить о значимости выбранных структурно-содержательных элементов модели, согласованности ее методологических, дидактических и материально-

технических компонентов, примененных критериев развитости способностей к техническому творчеству и подобранных диагностических методик. В свою очередь, полученные результаты исследования также говорят о высоком потенциале реализации разработанной модели в дальнейших исследовательских целях. Обязательным условием в процессе внедрения модели является применение в образовательном процессе актуальных и новых технологий.

В качестве перспективности дальнейших исследований планируется более углубленное изучение возможностей развития программы, применение ее в других учреждениях дополнительного образования, адаптация основных содержательных элементов к другим направлениям подготовки. Потенциальные возможности развития программы заключаются во внедрении новых технологических решений, которые возникли относительно недавно: таких как виртуальная и дополненная реальность, нейросети, искусственный интеллект, 5G, web 3.0. А также в интеграции самих направлений подготовки (сфер профессиональной деятельности) – например, 3D-моделирование и программирование; нейросети и изобразительное искусство, дизайн; искусственный интеллект и решение творческих задач и т. д. Такой подход обеспечит комплексную подготовку обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности и позволит раскрыть их скрытый образовательный и личностно-развивающий потенциал. Дальнейшая разработка этого вопроса и внедрение новых компонентов в педагогическую модель, в качестве основного системообразующего звена для построения образовательной программы – позволит повысить эффективность развития творческого и технического потенциала обучающихся детей и подростков.

## Список литературы

1. Абляев М. Р. Программа Blender как основная среда 3D моделирования для разработки игр в Unity / М. Р. Абляев, Ф. Р. Аметов, И. Ш. Мевлют, Э. И. Адильшаева // Таврический научный обозреватель. – 2016. – №. 6 (11). – С. 190-192.
2. Аكوпова М. А. Теория и методология реализации личностно-ориентированного подхода в условиях выбора дополнительных образовательных программ: автореферат дис. ... доктора педагогических наук: 13.00.08 / С.-Петерб. политехн. ун-т. – Санкт-Петербург, 2004. – 42 с.
3. Алексеев В. Е. Организация технического творчества учащихся / В. Алексеев; Б-ка мастера произв. обучения; Гос. ком. ЛатвССР по проф.-техн. образованию. – Рига: РУМК Госпрофобра ЛатвССР, 1986. – 50 с.
4. Алексеев Н. А. Педагогические основы проектирования личностно-ориентированного обучения: автореферат дис. ... доктора педагогических наук. – Екатеринбург, 1997. – 42 с.
5. Алиев М. И. Система приобщения учащихся-подростков к техническому творчеству в учреждениях дополнительного образования: на материале Республики Дагестан: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Махачкала, 2003. – 190 с.
6. Альтшуллер Г. С. Найти идею: введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. – 4-е изд. – Москва: Альпина Паблишерз, 2011. – 399 с.
7. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука: теория решения изобретат. задач / Г. С. Альтшуллер. – 2-е изд., доп. – Петрозаводск: Скандинавия: изд. Офиц. Фонда Г. С. Альтшуллера, 2004. – 203 с.
8. Амеликина М. С. Компетентностный подход: новый виток развития отечественного образования // Управление образованием: теория и практика. – 2019. – №. 2 (34). – С. 47-59.
9. Амелюшкина С. М. Педагогические условия развития творческого потенциала младшего школьника в учреждении дополнительного

образования: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Москва, 2011. – 200 с.

10. Ананишнев В. М. Моделирование в сфере образования // Системная психология и социология. – 2010. – №. 2. – С. 67-84.

11. Ананьев Б. Г. Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. – 3-е изд. – Москва: Питер, 2010. – 282 с.

12. Андреев В. И. Педагогика: учеб. курс для творческого саморазвития / В. И. Андреев. – 3-е изд. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – 608 с.

13. Андрейчук А. В. Особенности организации педагогических условий для развития технического творчества детей на площадке технопарка / А. В. Андрейчук, М. Г. Харитонов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2020. – №. 2 (107). – С. 104-114.

14. Андрианов П. Н. Развитие технического творчества старшеклассников в трудовом обучении / П. Н. Андрианов, В. Д. Путилин. – Москва: НИИ трудового обучения и профориентации. – 1970. – 208с.

15. Андрианов П. Н. Техническое творчество учащихся: Пособие для учителей и руководителей кружков: из опыта работы / П. Н. Андрианов. – Москва: Просвещение. – 1986. – 127 с.

16. Анисимов О. С. Методологическая культура педагогической деятельности и мышления / О. С. Анисимов; Инновац. об-ние АН СССР, Всесоюз. методол. центр. – Москва: Экономика, 1991. – 415 с.

17. Анисимова Т. И. STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4. 0 / Т. И. Анисимова, О. В. Шатунова, Ф. М. Сабирова // Научный диалог. – 2018. – №. 11. – С. 322-332.

18. Анцыферова Л. И. О динамическом подходе к психологическому изучению личности // Психологический журнал. – 1981. – Т. 2. – №. 2. – С. 8-18.

19. Асмолов А. Г. Дополнительное персональное образование в эпоху



перемен: сотрудничество, сотворчество, самотворение // Образовательная политика. – 2014. № 2 (64). – С. 2-6.

20. Асмолов А. Г. Системно-деятельностный подход в разработке стандартов нового поколения // Педагогика. – 2009. № 4. – С. 18-22.

21. Асмолов А. Г. Стратегия и методология социокультурной модернизации образования // Проблемы современного образования. Проблемы современного образования. – 2010. – №. 4. – С. 4-18.

22. Атлас новых профессий [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/skolkovo\\_sedec\\_atlas.pdf](https://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/skolkovo_sedec_atlas.pdf) (дата обращения: 23.02.2021).

23. Атутов П. Р. Политехническое образование школьников: сближение общеобразовательной и профессиональной школы. П. Р. Атутов – Москва: Педагогика, 1986. –175 с.

24. Ахмерова А. Ф. Креативность как основная характеристика творческой личности // Вестник Университета Российской академии образования. – 2015. – №. 3. – С. 7-11.

25. Бабанский Ю. К. Педагогика / Ю. К. Бабанский. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва: Просвещение, 1988. – 478 с.

26. Баженова Н. Г. Педагогические условия, ориентированные на развитие: теоретический аспект / Н. Г. Баженова, И. В. Хлудеева // Известия Российского государственного педагогического университета им. АИ Герцена. – 2012. – №. 151. – С. 217-223.

27. Байденко В. И. Базовые навыки (ключевые компетенции) как интегрирующий фактор образовательного процесса / В. И. Байденко, Б. Оскарссон // Профессиональное образование и формирование личности специалиста. – 2002. – С. 22-46.

28. Балышев П. А. Коллаборативное обучение: к сущности понятия // Мир науки. Педагогика и психология. – 2023. Т. 11. – №. 1. – С. 37-56.

29. Бахбергенова Л. Ю. Развитие детского технического творчества в общеобразовательной школе // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – №. 9-5. – С. 347-350.
30. Белкин А. С. Ситуация успеха. Как ее создать? / А. С. Белкин. – Москва: Просвещение, 1991. – 168с.
31. Бердяев Н. А. Смысл творчества. Опыт оправдания человека / Н. А. Бердяев. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 256 с.
32. Березина В. А. Дополнительное образование детей как средство их творческого развития: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Москва, 1998. – 147 с.
33. Березина В. А. Развитие дополнительного образования детей в системе российского образования: учеб.-метод, пособие. / В. А. Березина – Москва: АНО «Диалог культур», 2007. – 512 с.
34. Бермус А. Г. Российское педагогическое образование в контексте Болонского процесса // Педагогика. – 2005. – №10. – С. 102-109.
35. Библиография: Российская педагогическая энциклопедия: В 2 т. / Гл. ред. В. Г. Панов. Москва: Большая Рос. энцикл, 1993. –1160 с.
36. Библиография: Современный образовательный процесс: основные понятия и термины: [краткий терминологический словарь] / М-во образования Российской Федерации, Нижнетагильская гос. социально-пед. акад., Каф. рус. яз. Каф. методики технологии и предпринимательства; [Олешков М. Ю., Уваров В. М.]. – Москва: Компания Спутник+, 2006. – 189 с.
37. Боголюбова И. А. Развитие технического мышления студентов посредством решения технических задач / И. А. Боголюбова, Т. В. Скроботова, О. Л. Федоров // Известия ВГПУ. – 2007. – №6. – С. 11-15.
38. Богоявленская Д. Б. От инсайта до творческой самодеятельности //Теоретическая и экспериментальная психология // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2022. – Т. 15. – №. 3. – С. 43-56.

39. Богоявленская Д. Б. Проблемы методологии развития творчества в практике образования // Культурно-историческая психология. – 2023. – Т. 19. – № 3. – С. 56-63.
40. Большаков В., Бочков А., Сергеев А. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex: учебный курс: [примеры 3D-моделей и дистрибутивы САД-систем] / В. Большаков, А. Бочков, А. Сергеев. – Москва: Питер, 2011. – 328 с.
41. Бондаревская Е. В. Теория и практика личностно-ориентированного образования / Е. В. Бондаревская. – Ростов-на-Дону: Булат, 2000. – 351 с.
42. Боно Э. Искусство думать: Латеральное мышление как способ решения сложных задач. / Эдвард де Боно – Москва: Альпина Паблишер, 2015. – 172 с.
43. Буйлова Л. Н. Исторический контекст становления и пути развития дополнительного образования детей в современной России: монография / Буйлова Л. Н. – Москва: Новое образование, 2013. – 101 с.
44. Буханов Г. В. Проектное мышление. креативность. творчество // Вестник Восточно-Сибирской открытой академии. – 2020. – №. 38 (38). – С. 2.
45. Буш Г. Я. Методы технического творчества / Г. Я. Буш. – Рига: Лиесма, 1972. –94 с.
46. Бушуева В. В. Значение противоречий в техническом творчестве / В. В. Бушуева, Н. Н. Бушуев // Гуманитарный вестник. – 2018. – №. 11 (73). – С. 1-9.
47. Бюзен Т. Интеллект-карты: полное руководство по мощному инструменту мышления / Тони Бюзен; перевод с английского Юлии Константиновой. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 199 с.
48. Вараскин В. Н. Пять основных правил, способствующих развитию детского технического творчества // Траектория науки. – 2016. – Т. 2. – №. 2. – С. 5.1-5.5.

49. Вербицкий, А.А. Основания для внедрения компетентного подхода в образование // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2009. – №3. – С.29-34.
50. Верескун В. Д. История и логика технического творчества / В. Д. Верескун, Ю. Д. Мишин, П. М. Постников // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2007. – №. 18. – С. 5-18.
51. Волков И. П. Учим творчеству / И. П. Волков. – Москва: Педагогика, 1988. – 96 с.
52. Володин А. А. Анализ содержания понятия «организационно-педагогические условия» / А. А. Володин, Н. Г. Бондаренко // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. – 2014. – №. 2. – С. 143-152.
53. Волосовец Т. В. STEM-образование детей дошкольного и младшего школьного возраста. Парциальная модульная программа развития интеллектуальных способностей в процессе познавательной деятельности и вовлечения в научно-техническое творчество: учебная программа / Т. В. Волосовец, В. А. Маркова, С. А. Аверин. – 2-е изд., стереотип. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. – 112 с.
54. Волчкова М. А. Педагогические условия развития творческих способностей детей в музейно-усадебной среде: автореферат дис. ... кандидата педагогических наук. – Тула, 2002. – 23 с.
55. Выготский Л. С. Воображение и творчество в детском возрасте / Л. С. Выготский. – СПб.: СОЮЗ, 1997. – 91 с.
56. Гаврилова Т. В. Виды совместного обучения за рубежом и в России // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2017. – Т. 6. – №. 4 (21). – С. 42-45.
57. Гайнетдин Д. М. Инновационные методы в организации проектной деятельности школьников / Д. М. Гайнетдин, З. М. Явгильдина, Л. П. Ефимова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 4. – С. 196.

58. Гайсина С. В. Робототехника, 3D-моделирование, прототипирование: Реализация современных направлений в дополнительном образовании : методические рекомендации для педагогов / Гайсина С. В. – Санкт-петербург: КАРО, 2017. – 208 с.
59. Галкина О. В. Организационно-педагогические условия как категория научно-педагогического исследования // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2008. – Т. 10. – №. 6–2. – С. 30-36.
60. Гальперин П. Я. Методы обучения и умственного развития / П. Я. Гальперин. – Москва: Педагогика, 1985. – 212 с.
61. Гальперин П. Я. Опыт изучения формирования умственных действий // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2017. – №. 4. – С. 3-20.
62. Гарифуллина Р. С. Нравственное воспитание подростков в детских творческих объединениях: диссертация ... кандидата педагогических наук: 13.00.01. – Казань, 2003. – 251 с.
63. Гершунский, Б.С. Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы / Гершунский Б.С. – Москва: Педагогика, 1987. – 263 с.
64. Гинзбург В. А. 3D-моделирование в образовании: особенности, программное обеспечение // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. – 2019. – С. 559-562.
65. Гирицкий А. А. Критическое мышление: от гумбольдтовской модели до ФГОС / А. А. Гирицкий, А. О. Лепетюхина, Т. В. Пащенко // Образовательная политика. – 2022. – №. 1 (89). – С. 42-53.
66. Глебов И. Т. Методы технического творчества: учебное пособие / И. Т. Глебов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 112 с.
67. Голованов В. П. Становление и развитие региональной системы дополнительного образования детей в современных социокультурных условиях / В. П. Голованов. – Москва: Центр «Шк. книга», 2001. – 224 с.

68. Горский В. А. Научно-техническое творчество школьников в России / В. А. Горский. – Москва: Сам Полиграфист, 2015. – 350 с.
69. Горский В. А. Содержание деятельности методиста учреждения дополнительного образования детей по организации взаимодействия и преемственности формального и неформального образования: учебное пособие / В. А. Горский, В. Н. Иванченко, Н. Ф. Хацкевич. – Москва: Изд-во Вятского гос. гуманитарного ун-та, 2012. – 121 с.
70. Горский В. А. Техническое творчество школьников: Пособие для учителей и руководителей технических кружков. – Просвещение, 1981. – 95 с.
71. Горский В. А. Техническое творчество юных конструкторов / В. А. Горский. – Москва: ДОСААФ СССР, 1980. – 144 с.
72. Грецкова С. А. Проектирование дополнительных общеразвивающих программ. Методические комментарии / С. А. Грецкова, Е. Л. Якушева. – 2-е издание, переработанное. – СПб.: РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», 2022. – 40 с.
73. Грибкова Г. И. Некоторые особенности проектных технологий в деятельности социально-культурных учреждений // Актуальные вопросы экономики, управления и права: сб. научных трудов (ежегодник). – 2014. – № 6. – С. 27-31.
74. Грибов Д. Н. Педагогические основы формирования системы дополнительного образования в современных общеобразовательных учреждениях: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Б. м., 1998. – 178 с.
75. Гриц М. А. Возможности 3D-технологий в образовании / М. А. Гриц, А. В. Дегтярева, Д. А. Чеботарева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – №2 (11). – С. 925-927.
76. Гурье Л. И. Проектирование педагогических систем: учеб. пособие / Л. И. Гурье. – Казань: КГТУ, 2004. – 212 с.

77. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов; Рос. акад. образования, Психол. ин-т, Междунар. ассоц. «Развивающее обучение». – Москва: ОПЦ "ИНТОР", 1996. – 541с.
78. Двурличанская Н. Н. Изучение естественно-научных дисциплин при непрерывном образовательном процессе в условиях перехода к компетентностной модели // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – 2009. – №3. – С. 110-115.
79. Дедюхина О. В. Обеспечение творческой самореализации воспитанников в учреждении дополнительного образования // Дополнительное образование. – 2005. – № 9. – С. 18-22.
80. Демидова Е. А. Сопровождение творчески одаренных детей при организации проектной и исследовательской деятельности в условиях экосистемного подхода // Психология одаренности и творчества. – 2021. – С. 131-135.
81. Деркач А. А. Акмеология: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии / А.А. Деркач, В.Г. Зазыкин. – Москва: Питер, 2003. – 252 с.
82. Деркач А. М. Компетентностный подход в среднем профессиональном образовании: риски подготовки некомпетентного специалиста // Вопросы образования. – 2011. – №4. – С. 214-230.
83. Дружинин В. Н. Психология общих способностей / В. Н. Дружинин. – СПб.: Питер Ком, 1999. – 368 с.
84. Дубровина И. В. Психология / И. В. Дубровина. – Москва: Академия, 2003.– 464с.
85. Дьюи Д. От ребенка – к миру, от мира – к ребенку / Д. Дьюи. – Москва: Карапуз, 2009. – 348 с.
86. Евдокимова Н. А. Исследование особенностей 3D моделирования и печати // ИВД. – 2019. – №5(56). – С. 24-35.

87. Евладова Е. Б. Дополнительного образование детей: учеб. пособие / Е. Б. Евладова, Л. Г. Логинова, Н. Н. Михайлова. – Москва: Владос, 2002. – 348 с.
88. Евладова Е. Б. Теоретические основы и практика развития дополнительного образования в общеобразовательных учреждениях: диссертация ... доктора педагогических наук. – Москва, 2004. – 383 с.
89. Евладова Е., Логинова Л. Организация дополнительного образования детей: практикум. – Москва: Владос, 2003. – 260 с.
90. Егорова А. В. Социально-педагогические условия развития дополнительного образования детей в России: дис. ... канд. пед. наук. – Москва, 2004. – 195 с.
91. Ельмикеев О. Р. Компьютеризация образования как одна из ведущих тенденций развития образовательного пространства учебного заведения // Вестник Марийского государственного университета. – 2009. – №. 3. – С. 21-24.
92. Ерцкина Е. Б. Геометрическое моделирование в автоматизированном проектировании архитектурных объектов / Е. Б. Ерцкина, Н. Н. Королькова // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – №. 2. – С. 48-54.
93. Жан Ф. Обучение в цифровых сетях: кооперативное обучение, коллаборативное обучение и педагогические инновации // Непрерывное образование: XXI век. – 2016. – №. 4 (16). – С. 119-135.
94. Жданко Т. А. Системно-деятельностный подход: сущностная характеристика и принципы реализации // Magister Dixit. – 2012. – №4. – С. 185-192.
95. Журкина А. Я. Воспитательный потенциал дополнительного образования детей. Условия его реализации. Диагностика эффективности // Педагогическое искусство. – 2017. – №. 2. – С. 23-29.
96. Занфирова Л. В. Судник Ю. А. Генезис и содержание понятия «Техническое мышление» // Агроинженерия. – 2013. – №4. – С. 13-17.
97. Зеер Э. Ф. Модернизация профессионального образования:



компетентностный подход: учеб. пос. для вузов по специальности «профессиональное обучение (по отраслям)»: рек. УМО вузов РФ / Э. Ф. Зеер, А. М. Павлова, Э. Э. Сыманюк; гл. ред. Д. И. Фельдштейн; Моск. психолого-социальный ин-т. – Москва: МПСИ, 2005. – 216 с.

98. Зеер Э. Ф. Психология профессий: Учебное пособие для студентов вузов / Э. Ф. Зеер. – 2-е издание, перераб., доп. – Москва: Академический проект, 2003. – 330 с.

99. Землянский И. А. Дополнительная общеразвивающая программа «Основы 3D моделирования» [Электронный ресурс] – URL: [https://sch777uv.mskobr.ru/files/Profil%20class/inzh-klass/%D0%9Esnovy\\_3d-modelirovaniya.pdf?ysclid=lvzlc7nqhi439812106](https://sch777uv.mskobr.ru/files/Profil%20class/inzh-klass/%D0%9Esnovy_3d-modelirovaniya.pdf?ysclid=lvzlc7nqhi439812106).

100. Зенов С. С. Разработка системы контроля технического творчества в учреждениях дополнительного образования детей / С. С. Зенов, Г. Н. Миненко // Методист. – 2013. – №. 2. – С. 28-31.

101. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия / И. А. Зимняя. – Москва: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 40 с

102. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Эксперимент и инновации в школе. – 2009. – №2. – С. 7-14.

103. Золотарева А. В. Дополнительное образование детей: история и современность: учебное пособие для вузов / ответственный редактор А. В. Золотарева. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 277 с.

104. Зуева Ф. А. Педагогические условия развития технического мышления у студентов инженерно-педагогических специальностей: диссертация ... кандидата педагогических наук, – Челябинск, 1998. – 182 с.

105. Ибраева Э. С. Развитие интереса к STEM-образованию у детей младшего школьного возраста в системе дополнительного образования / Э. С. Ибраева, Б. К. Шаушекова // ПНиО. – 2023. – №1 (61). – С. 276-290
106. Иванов Д. А. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании / Дмитрий Иванов. – Москва: Чистые пруды, 2007. – 32 с.
107. Игнатъев В. П. Компетентностный подход: проблемы и решения / В. П. Игнатъев, Л. Ф. Варламова, А. А. Дарамаева // Преподаватель XXI век. – 2022. – №2-1. – С. 34-45.
108. Ильин Е. П. Психология творчества, креативности, одаренности / Е. П. Ильин. – Москва: Питер, 2021. – 448 с.
109. Ипполитова Н. Анализ понятия «педагогические условия»: сущность, классификация / Н. Ипполитова, Н. Стерхова // General and professional education. – 2012. – №. 1. – С. 8-14.
110. Казун А. П. Практики применения проектного метода обучения: опыт разных стран / А. П. Казун, Л. С. Пастухова // Образование и наука. – 2018. – Т. 20. – №. 2. – С. 32-59.
111. Карамзина А. Г. Технология портфолио как метод усвоения и закрепления учебного материала / А. Г. Карамзина, С. В. Сильнова // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – №. 1 (9). – С. 20-27.
112. Каргина З. А. Индивидуализация, персонализация, персонификация – ведущие тренды развития образования в XXI веке: обзор современных научных исследований // Наука и образование: современные тренды. – 2015. – №. 2. – С. 172-176.
113. Каргина З. А. История становления системы дополнительного образования детей в России: два «золотых периода» // Историко-педагогический журнал. – 2013. – №. 1. – С. 89-103.
114. Каргина З. А. Современные методологические подходы в сфере дополнительного образования детей // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – №. 1. – С. 5-11.

115. Карманчиков А. И. Педагогические условия развития творческой активности учащихся в системе дополнительного образования: автореферат дис. ... кандидата педагогических наук. – Ижевск, 2004. – 19 с.
116. Кизилев Е. Е. Применение 3D-моделирования в кино и видеоиндустрии // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – №. 1. – С. 271-274.
117. Кожурова А. А. ТРИЗ-педагогика как средство развития критического мышления у младших школьников / А. А. Кожурова, А. Ю. Петухова // Мир науки, культуры, образования. – 2021. – №. 3 (88). – С. 314-316.
118. Колесникова И. А. Педагогическое проектирование: учеб. пособие для высш. учеб. заведений / И. А. Колесникова, М. П. Горчакова Сибирская; под ред. И. А. Колесниковой. – Москва: Издат. центр «Академия», 2005. – 288 с.
119. Кольцова Ю. Н. Развитие технического творчества обучающихся в учреждениях дополнительного образования // Вестник гуманитарного института ТГУ. – 2015. – №. 1. – С. 7-10.
120. Комаров А. И. Техническое творчество: сущность, генезис, развитие // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2014. – №. 3-4 (3-4). – С. 51-59.
121. Кондратьева Н. В. Сущность понятия «Творческие способности» // Концепт. – 2015. – №. 9. – С. 106-110.
122. Конопля А. И. Методологические принципы реализации компетентностного подхода в вузе / А. И. Конопля, Т. Д. Василенко // Высшее образование в России. – 2015. – №1. – С. 103-108.
123. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 года N 678-р. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/350163313?ysclid=lvzjblismw760476088>.

124. Корецкий М. Г. Развитие STEM-подхода в России и мире / М. Г. Корецкий, Л. Р. Тукаева // Гуманитарные и социальные науки. – 2022. – №. 4. – С. 148-153.
125. Костычева А. А. Архитектура детских технопарков / А. А. Костычева, Е. С. Астахова // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21. – №. 5. – С. 62-73.
126. Краевский В. В. Основы обучения. Дидактика и методика: учебное пособие / В. В. Краевский, А.В. Хуторской. – Москва: Академия, 2007. – 352 с.
127. Крехалева С. В. Методологическое обоснование применения информационных технологий в образовательной деятельности детских технопарков / С. В. Крехалева, В. В. Крехалев // Управление образованием: теория и практика. – 2022. – №. 3 (49). – С. 87-92.
128. Кубеков Р. Р. Педагогические условия развития технического творчества детей и молодежи в России и Китае / Р. Р. Кубеков, Ч. Цин // Педагогическое образование и наука. – 2021. – №. 3. – С. 108-111.
129. Кубеков Р. Р. Развитие технического творчества в системе дополнительного образования в России: на примере частного образовательного учреждения «Андромеда» // Педагогика и просвещение. – 2022. – № 4. – С. 1-16.
130. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления (Процесс и способы решения технических задач) / Т. В. Кудрявцев. – Москва: Педагогика, 1975. – 304 с.
131. Кулаев А. С. "Игровое моделирование" или весь процесс создания 3D модели для игры / А. С. Кулаев, Д. А. Арсентьев // Вестник науки. – 2020. – Т. 1. – №. 1 (22). – С. 154-159.
132. Куприянов Б. В. Дополнительное образование и внеурочная деятельность: две большие разницы // Народное образование. – 2012. – №. 5. – С. 59-62.

133. Куприянов Б. В. Современные подходы к определению сущности категории «педагогические условия» / Б. В. Куприянов, С. А. Дынина // Вестник Костромского гос. университета им. Н. А. Некрасова. – 2001. – № 2. – С. 101-104.
134. Лебедев О. Е. Компетентностный подход в образовании // Школьные технологии. – 2004. – № 5. – С. 3-12.
135. Легачева Н. М. Реализация новой модели дополнительного образования в Алтайском крае (на примере регионального технопарка "Кванториум. 22") / Н. М. Легачева, Л. В. Швецова, Е. В. Мардасова, Ю. В. Козырева // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. – 2018. – № 4. – С. 52-64.
136. Леднев В.С. Непрерывное образование: структура и содержание / АПН СССР. – М.: АПН СССР, 1988. – 282 с.
137. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. / А. Н. Леонтьев. – 2-е изд. – Москва: Политиздат, 1977. – 304 с.
138. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения / И. Я. Лернер. – Москва: Педагогика, 1981. – 185 с.
139. Лернер И. Я. Проблемное обучение / И. Я. Лернер. – Москва: Знание, 1974. – 64 с.
140. Лига М. Б. Парадигма образования в эпоху четвертой промышленной революции / М. Б. Лига, И. А. Щеткина // Балтийский гуманитарный журнал. – 2021. – Т. 10. – № 1 (34). – С. 151-154.
141. Липатов В. И. ИКТ и техническое творчество учащихся // Проблемы современного образования. – 2016. – № 2. – С. 59-62.
142. Лисовская А. И. Формирование готовности учащихся к творческой проектной деятельности в центрах технического творчества: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Самара, 2022. – 203 с.
143. Литова З. А. Развитие технического мышления школьников с помощью реализации системы обучения техническому творчеству // Ученые

записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2020. – №. 1 (53). – С. 209-218.

144. Литова З. А. Формирование системы обучения техническому творчеству в общеобразовательной школе // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2019. – №. 1 (49). – С. 197-208.

145. Лодатко Е.А. Моделирование педагогических систем и процессов: монография / Е.А. Лодатко. – Славянск: СГПУ, 2010. – 148 с.

146. Локалов В. А., Константинова Юлия Олеговна, Климов Игорь Викторович, Миронов Андрей Сергеевич Организация дистанционного обучения трехмерному моделированию в системе дополнительного образования детей // Общество: социология, психология, педагогика. – 2020. – №1. – С. 73-81.

147. Лук А. Н. Мышление и творчество / А. Н. Лук. – Москва: Политиздат, 1976. – 144 с.

148. Лук А. Н. Психология творчества / А. Н. Лук. – Москва: Наука, 1978. – 128 с.

149. Лупандина М. В. Исторический аспект дополнительного образования детей в сфере технического творчества // Молодой ученый. – 2016. – № 3. – С. 871–874.

150. Ляликов А. П. Трактат об искусстве изобретать / А. П. Ляликов. – СПб.: Политехника, 2002. – 415с.

151. Маврин Б. М. Теоретические основы научно-технического творчества // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. – 2006. – №. 47. – С. 130-133.

152. Максимова В. Н. Межпредметные связи в процессе обучения / В. Н. Максимова. – Москва: Просвещение, 1988.– 102 с.

153. Малыхина Л. Б. Развитие научно-технического творчества в системе дополнительного образования детей: учеб.-метод. пособие / Л. Б. Малыхина. – СПб.: ЛОИРО, 2019. – 265 с.
154. Малыхина Л. Б. Справочник педагога дополнительного образования: учеб.-метод. пособие / Л. Б. Малыхина. – Волгоград: Учитель, 2018. – 239 с.
155. Малыхина Л. Б. Дополнительное образование детей: векторы развития: учеб.-метод. пособие к курсу профессиональной переподготовки «Педагогика дополнительного образования» / Л. Б. Малыхина, Н. Н. Жуковицкая, Ю. Е. Гусева, М. В. Осипова, А. Г. Зайцев, Н. А. Меньшикова, А. А. Богданова; под общ. ред. Л. Б. Малыхиной. – СПб.: ГАОУ ДПО «ЛОИРО», 2018. – 488 с.
156. Мансурова А. А. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D моделирования в Blender». – Магнитогорск. – 2023. [Электронный ресурс] – URL: [https://itcube.su/images/op2324/programma\\_blender\\_sokolova\\_mansurova.pdf](https://itcube.su/images/op2324/programma_blender_sokolova_mansurova.pdf).
157. Маркова А. К. Формирование мотивации учения : Кн. для учителя / А. К. Маркова, Т. А. Матис, А. Б. Орлов. – Москва: Просвещение, 1990. – 191 с.
158. Мартишина Н. В. Педагогика творчества: Оренбург и Рязань – точки на карте / Н. В. Мартишина, В. В. Мороз // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2023. – №. 2 (238). – С. 41-47.
159. Мартишина Н. В. Педагогическое творчество: учебное пособие / Н. В. Мартишина. – Москва: Русайнс, 2023. – 329 с.
160. Маслоу А. Г. Мотивация и личность / А. Г. Маслоу; пер. с англ. Т. Гутман, Н. Мухина. – 3-е изд. – Москва: Питер, 2013. – 351 с.
161. Матушанский Г. У. Методологические принципы компетентностного подхода в профессиональном образовании // КПЖ. – 2009. – №11-12. – С. 41-47.

162. Матюшкин А. М. Мышление, обучение, творчество / А. М. Матюшкин. – Москва: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2003. – 718 с.

163. Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении / А. М. Матюшкин. – Москва: Педагогика, 1972. – 206с.

164. Матюшкин А. М. Развитие творческой активности школьников / А. М. Матюшкин, И. С. Аверина, Г. Д. Чистякова и др. ; под ред. А. М. Матюшкина; НИИ общ. и пед. психологии АПН СССР. – Москва: Педагогика, 1991. – 155с.

165. Матяш Н. В. Развитие технических способностей учащихся в системе дополнительного образования детей: Учебно-методический комплект для курсов повышения квалификации руководящих и педагогических работников организаций дополнительного образования детей / Н. В. Матяш, И. А. Мезенцева, П. В. Матюхина. –Брянск: БИПКРО, 2014. – 148с

166. Махотин Д. А. Подготовка педагогов и методистов для системы дополнительного образования: модель самр-образования / Д. А. Махотин, М. М. Шалашова, Е. А. Демидова // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2020. – №. 4 (89). – С. 204-211.

167. Медынский Е. Н. Внешкольное образование, его значение, организация и техника / Е. Н. Медынский. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва: Наука, 1918. – 322 с

168. Мезенцева О. И. Современные педагогические технологии: учебное пособие / О. И. Мезенцева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Куйбышевский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Новосибирский государственный педагогический университет". – Новосибирск : Немо Пресс, 2018. – 140 с.

169. Меньшикова Е. А. Психолого-педагогические аспекты успешности обучения // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2007. – С. 59-64.



170. Мерцалова Т. А. Вариативное оценивание для вариативного образования (независимая оценка качества дополнительного образования детей) // Качество образования в Евразии. – 2020. – №. 7. – С. 38-48.

171. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы): письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.15 N 09–3242 [Электронный ресурс] – URL: [https://summercamps.ru/wp-content/uploads/documents/document\\_\\_metodicheskie-rekomendacii-po-proektirovaniyu-obshcherazvivayuschih-program.pdf?ysclid=lvzmc7eccc451225579](https://summercamps.ru/wp-content/uploads/documents/document__metodicheskie-rekomendacii-po-proektirovaniyu-obshcherazvivayuschih-program.pdf?ysclid=lvzmc7eccc451225579).

172. Митрофанова Т. В. Педагогические условия обучения школьников 3D-моделированию и 3D-печати / Т. В. Митрофанова, А. И. Марлынова, Т. Н. Копышева // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Уфимский государственный нефтяной технический университет. – 2018. – №. 1. – С. 450-455.

173. Михайлова Т. А. Дополнительное образование как условие успешного жизненного и профессионального самоопределения детей и подростков // Социальные отношения, – 2019. – №1. – С.39-51

174. Михелькевич В. Н. Основы научно-технического творчества / В. Н. Михелькевич, В. М. Радомский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 320 с.

175. Моисеева А. Н. Инновационное развитие детского технического творчества в организации дополнительного образования / А. Н. Моисеева, М. И. Рындина // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – №. 72-4.– С. 197-199.

176. Монтессори М. Помоги мне сделать это самому / Сост., вступ. статья М. В. Богуславский, Г.Б. Корнетов. – Москва: Издательский дом «Карапуз», 2001. – 270с.

177. Морозова Н. А. Российское дополнительное образование как многоуровневая система: развитие и становление: дис. ... д-ра пед. наук. – Москва, 2003. – 332 с.

178. Мудракова О. А. Использование дидактических возможностей 3D-моделирования для развития пространственного мышления обучающихся / О. А. Мудракова, С. А. Латушкина // Вопросы педагогики. – 2020. – №. 1-1. – С. 139-144.

179. Мухаметзянова Ф. Ш. Цифровая трансформация образовательной среды: дискуссионные вопросы о смене парадигмы обучения в эпоху цифровизации / Ф. Ш. Мухаметзянова, Г. А. Шайхутдинова, Н. Н. Исланова // Мир науки. – 2023. – Т. 11. – №. 4. – С. 1-10.

180. Найденко Г. В. Развитие технического творчества детей и молодежи в Ставропольском крае / Г. В. Найденко, А. В. Зайцева // Техническое творчество молодежи. – 2017. – №. 3. – С. 13-14.

181. Найденко Г. В. Система дополнительного образования детей в современных условиях образования / Г. В. Найденко, А. В. Зайцева // Дети, техника, творчество. – 2012. – №. 2. – С. 6-11.

182. Незнанов А. А. Коллаборативные технологии в образовании: как выстроить эффективную поддержку гибридного обучения? / А. А. Незнанов, О. В. Максименкова // Университетское управление: практика и анализ. – 2019. – Т. 23. – №. 1-2. – С. 101-110.

183. Некрасов С. И. Философия науки и техники: тематический словарь справочник. Учебное пособие / С. И. Некрасов, Н. А. Некрасова. – Орел: ОГУ, 2010. – 289 с.

184. Низамова Ч. И. Анализ и уточнение дефиниции и классификационных групп педагогических условий / Ч. И. Низамова, С. Г. Добротворская // Вопросы журналистики, педагогики, языкознания. – 2019. – Т. 38. – №. 4. – С. 623-628.

185. Никитина Е. А. Техническое творчество как самопознание: к постановке проблемы // Манускрипт. – 2017. – №. 4 (78). – С. 150-153.

186. Николаенко А. Н. Применение 3D-моделирования и трехмерной печати в хирургии (обзор литературы) // Medline. ru. Российский биомедицинский журнал. – 2018. – Т. 19. – №. 1. – С. 20-44.

187. Никулин С. К. Анализ опыта работы регионов Российской Федерации по развитию технического творчества учащихся: метод. пособие для пед. работников системы доп. образования детей / С. К. Никулин, М. А. Степанчикова; М-во образования Рос. Федерации. Центр техн. творчества учащихся. – Москва: Изд-во МАИ, 2000. – 47 с.

188. Никулин С. К. Будущее России в руках юных техников творчества / С. К. Никулин, М. А. Степанчикова. – Москва: Наука, 2013. – 167 с.

189. Никулин С. К. История развития детского технического творчества // Региональное образование: современные тенденции. – 2018. – №. 2. – С. 43-47.

190. Никулин С. К. Системный подход к развитию научно-технического творчества учащихся в учреждениях дополнительного образования России: автореферат дис. ... доктора педагогических наук: 13.00.01 / Моск. гос. открытый пед. ун-т им. М. А. Шолохова. – Москва, 2005. – 41 с.

191. Новиков А. М. Российское образование в новой эпохе: Парадоксы наследия, векторы развития: Публицистическая монография / А. М. Новиков. – Москва: Эгвес, 2000. – 272 с.

192. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / А. Д. Новиков. – Москва: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

193. Новоселов С. А. Турнир и Фестиваль юных изобретателей и рационализаторов—новая форма развития технического творчества учащихся / С. А. Новоселов, О. В. Трифонова // Педагогическое образование в России. – 2012. – №. 6. – С. 30-34.

194. Новоселова М. С. Педагогические условия развития творческого потенциала младших школьников в учреждении дополнительного образования // Вестник магистратуры. – 2018. – №. 1-3. – С. 107.
195. Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам: приказ Минпросвещения России от 27 июля 2022 г. N 629. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405245425/?ysclid=lvzqlqpgwx252735773>.
196. Обухов А. С. Психолого-педагогическое взаимодействие участников образовательного процесса: учебник и практикум для вузов / А. С. Обухов [и др.] ; под общей редакцией А. С. Обухова. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 422 с.
197. Огановская Е. Ю. Робототехника, 3D-моделирование и прототипирование на уроках и во внеурочной деятельности / Е. Ю. Огановская, С. В. Гайсина, И. В. Князева. - Санкт-Петербург: КАРО. – 2017. – 254 с.
198. Османов М. М. Технологии развития критического мышления у студентов вузов / М. М. Османов, А. Х. Каширгов // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – №. 68-3. – С. 218-220.
199. Павлов А. В. Профессиональное самоопределение обучающихся в учреждении дополнительного образования детей // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2012. – №11 (Ноябрь). – С. 41–45.
200. Павлов В. И. Формирование технических способностей учащихся школы-интерната в кружке моделирования: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Чебоксары, 2000. – 236 с.
201. Панин Р. Н. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D моделирования» [Электронный ресурс] – URL: <https://bukovsosh.sakhalin.gov.ru/wp-content/uploads/2022/09/Основы-3д-моделирования.pdf>.

202. Панцева Е. Ю. Технология проблемного обучения в учебном процессе / Е. Ю. Панцева, О. П. Кислякова // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – №. 72-3. – С. 272-274.
203. Пачурин Г. В. Дополнительное образование детей: новые подходы / Г. В. Пачурин, С. М. Шевченко, Т. А. Горшкова, Е. Л. Котов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – №. 5-1. – С. 171-177.
204. Пидкасистый П. И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении: теоретико-экспериментальное исследование / П. И. Пидкасистый. – Москва: Педагогика, 1980. – 240 с.
205. Полат Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Е.С. Полат. – Москва: Академия, 2003. – 267 с.
206. Поликанова Е. Г. Исторический аспект развития компетентностного подхода в образовании // Вестник ЗабГУ. – 2008. – №4. – С. 44-48.
207. Политехнический: Большой энцикл. словарь / Гл. ред. А. Ю. Ишлинский. – 4. изд., репр. – Москва: «Большая Рос. энцикл.», 1998. – 655 с.
208. Полонский В. М. Оценка достижений школьников: методическое пособие / В. М. Полонский; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт стратегии развития образования Российской академии образования. – Москва: Вентана-Граф, 2018. – 95с.
209. Поляков В. А. Политехнический принцип в трудовом обучении школьников / В. А. Поляков; под ред. д-ра пед. наук, проф. А. А. Шибанова; Науч.-исслед. ин-т труд. обучения и проф. ориентации АПН СССР. – Москва: Просвещение, 1977. – 80 с.
210. Пономарев Я. А. Психология творческого мышления. / Под ред. действ. чл. АПН РСФСР проф. А. Н. Леонтьева; Акад. пед. наук РСФСР. – Москва: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1960. – 352 с.
211. Пономарева Р. А. Использование способов создания подростками образа технического объекта // Вопросы психологии. – 1974. №3. – С. 117-126.

212. Попова Г. Н. Исторические предпосылки формирования системы дополнительного образования детей в России // Дополнительное образование. – 2005. – №. 4. – С. 46-54.

213. Попова Г. Н. Общие вопросы организации методической работы в учреждении дополнительного образования детей // Дополнительное образование. – 1999. – №. 3-4. – С. 86-92.

214. Попова Г. Н. Региональное дополнительное образование: проблемы и перспективы / Г. Н. Попова, В. А. Горский // Дополнительное образование. – 2003. – №10. – С. 8-12.

215. Потапцев И. С. Основные направления технического творчества в инженерном образовании / И. С. Потапцев, В. В. Бушуева, Н. Н. Бушуев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – №. 8 (653). – С. 80-88.

216. Пудовкина О. Е. Развитие интеллектуальных качеств обучающихся на основе формирования цифровой экосистемы STEM-образования в условиях индустрии 4.0 / О. Е. Пудовкина, Е. С. Щербаков, А. В. Симонов // Концепт. – 2023. – №. 3. – С. 91-108.

217. Разумовский В. Г. Развитие технического творчества учащихся / В. Г. Разумовский. – Москва: Учпедгиз, 1961. – 147с.

218. Роджерс К. Р. Становление личности. Взгляд на психотерапию / К. Р. Роджерс. – Москва: ИОИ, 2017. – 237 с.

219. Розилайнен Д. Н. Информация и информационные ресурсы в техническом творчестве // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – №. 29. – С. 251-254.

220. Романченко М. К. Педагогические условия развития научно-технического творчества // Сибирский учитель. – 2017. – №. 6. – С. 18-21.

221. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 712 с.

222. Ручкова Н. А. Определение понятия «творческое мышление» в научной литературе по психологии / Н. А. Ручкова, И. А. Ледовских // Вестник

Костромского государственного университета. – 2010. – Т. 16. – №. 3. – С. 310-316.

223. Рыбалкина П. В. Проектное мышление в культуре: методологический анализ: диссертация ... кандидата философских наук. – Белгород, 2018. – 152 с.

224. Садовский В. Н. Системный подход в современной науке / В. Н. Садовский, А. И. Уемов, М. С. Каган, И. К. Лисеев, В. В. Казютинский. – Москва: Прогресс-Традиция, 2004. – 560 с.

225. Самойленко Э. В. Детское техническое творчество—первая ступень высшего инженерного образования // Ползуновский вестник. – 2004. – №. 3. – С. 265-268.

226. Самойленко Э. В. Развитие системы технического творчества в условиях дополнительного образования детей с использованием дистанционной формы обучения: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Ставрополь, 2004. – 209 с.

227. Сафонова П. Н. Развитие учреждений клубного типа для детей: стратегии и особенности // Научная палитра. – 2020. – №. 2. – С. 2-2.

228. Сафонова П. Н. Современная система дополнительного образования детей: особенности, стратегии, тенденции / П. Н. Сафонова, И. Н. Шамрай // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. – 2020. – №. 4 (96). – С. 158-161.

229. Сериков В. В. Образование и личность. Теория и практика проектирования пед. Систем / В. В. Сериков. – Москва: Издательская корпорация «Логос», 1999. – 272 с.

230. Сиволапов А. В. Компьютеризация образования: современные проблемы и перспективы развития // Образование и наука. – 2005. – №. 2. – С. 39-48.

231. Сироткин Л. Ю. Творчество и креативность: возможности понятийного компромисса // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. – 2015. – №. 3. – С. 82-87.

232. Скаткин М. Н. Методология и методика педагогических исследований: (В помощь начинающему исследователю) / М. Н. Скаткин. – Москва: Педагогика, 1986. – 150с.

233. Скачков А. В. Дополнительное образование как социально-педагогическая проблема: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Ростов-на-Дону, 1996. – 24 с.

234. Слостенин В. А. Педагогика и психология. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. А. Слостенин, В. П. Каширин. – Москва: Издательский центр «Академия», 2001. – 480 с.

235. Смольников Е. В. Становление и развитие системы дополнительного образования детей в отечественной педагогике (историко-педагогический анализ): дис. ... канд. пед. наук. – Ульяновск, 2006. – 229 с.

236. Соколова Н. А. Педагогика дополнительного образования детей: учеб. пособие для студ. пед. вузов / Н. А. Соколова. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2010. – 224 с.

237. Солсо Р. Л. Когнитивная психология / Р. Л. Солсо. – Москва: Тривола, 1996. – 428 с.

238. Стайнов Г. Н. Основы системного педагогического проектирования: учеб. пособие / Г.Н. Стайнов. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. – 136 с.

239. Старикова С. И. Использование технологии портфолио // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2014. – №. 4. – С. 70-72.

240. Степанов Е. Н. Педагогу о современных подходах и концепциях воспитания / Е. Н. Степанов, Л. М. Лузина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Сфера, 2008. – 220с.

241. Столяров Ю. С. Развитие технического творчества школьников: опыт и перспективы / Ю.С. Столяров. – Москва: Просвещение, 1983. – 176с.

242. Столяров Ю. С. Техническое творчество учащихся: Учебное пособие / Ю. С. Столяров, Д. М. Комский, В. Г. Гетта, А. М. Плутук, В. В.



Колотилов; Под ред. Ю. С. Столярова, Д. М. Комского. – Москва: Просвещение, 1989. – 222с.

243. Стрельцова А. Д. Системно-деятельностный подход как основа реализации ФГОС // Форум молодых ученых. – 2019. – №5 (33). – С. 1187-1191.

244. Сухов В. П. Интегральная методическая система развивающего обучения – системно-деятельностный подход: монография / В. П. Сухов; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Башкирский гос. пед. ун-т им. М. Акмуллы. – Уфа: Башкирский гос. пед. ун-т им. М. Акмуллы, 2010. – 171 с.

245. Сухомлинский В. А. Как воспитать настоящего человека / В. А. Сухомлинский. – Москва: Педагогика, 1982. – 254 с.

246. Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека: (Опыт теорет. и эксперим. исследования) / О. К. Тихомиров. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 304 с.

247. Тихонов Е. В. Взаимосвязь направлений дополнительного образования через техническое творчество // Педагогическое искусство. – 2019. – №. 1. – С. 133-138.

248. Тоистева О. С. Системно-деятельностный подход: сущностная характеристика и принципы реализации // Педагогическое образование в России. – 2013. – №2. – С. 198-202.

249. Томильцев А. В. Моделирование – ведущий принцип совершенствования организации учебного процесса в педагогическом колледже: дис. ... канд. пед. наук. – Екатеринбург, 1997. – 167 с.

250. Троянская С. Л. Основы компетентностного подхода в высшем образовании: учебное пособие / С. Л. Троянская; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «Удмуртский гос. ун-т», Ин-т педагогики, психологии и социальных технологий, Каф. педагогики и пед. психологии. – Ижевск: Удмуртский гос. ун-т, 2016. – 174 с.

251. Трубачева М. В. Дидактические принципы системно-деятельностного подхода // Евразийский научный журнал. – 2019. – №4. – С.

17-17.

252. Трусова А. А. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D моделирования» [Электронный ресурс] – URL: [https://shbugl.edu.yar.ru/2022\\_2023\\_uch\\_god/dokumenty/programmi/doop\\_3d\\_modelirovanie.pdf](https://shbugl.edu.yar.ru/2022_2023_uch_god/dokumenty/programmi/doop_3d_modelirovanie.pdf)

253. Тумашева О. В. Готовность будущих учителей к реализации системно-деятельностного подхода как педагогический феномен / О. В. Тумашева, Н. А. Кириллова, Е. А. Михалкина // Образование и наука. – 2019. – №5. – С. 42-60.

254. Уваров А. Ю. На пути к цифровой трансформации школы / А. Ю. Уваров. – Москва: Образование и Информатика, 2018. – 117 с.

255. Успаева М. Г. STEM-образование: научный дискурс и образовательные практики / М. Г. Успаева, А. М. Гачаев // Управление образованием: теория и практика. – 2022. – №. 9 (55). – С. 110-117.

256. Фастащенко С. Д. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы 3D моделирования» [Электронный ресурс] – URL: [https://scholl-4-moroz.ucoz.net/docum/rab\\_prog/vn/2023/osnovy\\_3d\\_modelirovaniya\\_23-24-1.pdf](https://scholl-4-moroz.ucoz.net/docum/rab_prog/vn/2023/osnovy_3d_modelirovaniya_23-24-1.pdf)

257. Федеральный Государственный Образовательный Стандарт. Основное общее образование. Приказ Минобрнауки России от 17.12.2010 N 1897 (ред. от 11.12.2020) - URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo..>

258. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 17.06.2019) «Об образовании в Российской Федерации» - URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/?ysclid=lvzo35cm5h907643149](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/?ysclid=lvzo35cm5h907643149).

259. Фидюнина Н. Д. Компетентностный подход в дополнительном образовании // Обучение и воспитание: методики и практика. – 2015. – №22. – С. 161-163.

260. Фомина А. Б. Стратегия глобальной модернизации дополнительного образования детей / А. Б. Фомина, С. М. Гололобова, О. Г. Панченко // Народное образование. – 2015. – №. 2 (1445). – С. 22-26.

261. Фомина Ж. В. Развитие творческих способностей обучающихся / Ж. В. Фомина, А. Б. Кулакова // Вопросы территориального развития. – 2014. – №. 1 (11). – С. 4-12.
262. Фомицкая Г. Н. Инновационные воспитательные практики в региональной системе дополнительного образования детей // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. – 2022. – №. 1. – С. 78-84.
263. Фунникова Н. И. Комплексный подход как фактор организации дополнительного образования детей: Регион. аспект: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Челябинск, 1998. – 234 с.
264. Хентонен А. Г. Современные тенденции развития системы дополнительного образования в России / А. Г. Хентонен, К. В. Бельская // Молодой ученый. – 2016. – № 23. – С. 527-529.
265. Христидис Т. В. Методы математической статистики в педагогических исследованиях: теория и практика применения / Т. В. Христидис, М. С. Новашина // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. – 2023. – №. 2 (112). – С. 111-122.
266. Хрусталева Н. В. 3D-моделирование в техническом творчестве: учеб. пособие / Н. В. Хрусталева. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2023. – 165с.
267. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А. В. Хуторской. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.
268. Хуторской А. В. Ключевые компетенции: технология конструирования // Народное образование. – 2003. – №5. – С. 55–61.
269. Хуторской А. В. Методологические основания применения компетентностного подход к проектированию образования // Высшее образование в России. – 2017. – №12. – С. 85-91.
270. Хуторской А. В. Модель системно-деятельностного обучения и самореализации учащихся // Эйдос: интернет-журнал. – 2012. – № 2. – С 1-21.
271. Цибизова Т. Ю. Дополнительное образование как форма преимущественности в системе непрерывного образования // Образование и

саморазвитие. – 2011. – №. 5. – С. 55-60.

272. Цквитария Т. А. Технология портфолио в обучении: андрагогический подход / Т. А. Цквитария, Т. В. Лобода // Педагогический журнал Башкортостана. – 2015. – №. 5 (60). – С. 132-135.

273. Цуркан Н. В. Модульные технологии обучения как составляющая современных педагогических технологий / Н. В. Цуркан, Д. В. Шведов // The Scientific Heritage. – 2020. – №. 45-3 (45). – С. 24-27.

274. Цыплакова С. А. Модель проектной деятельности в профессионально-педагогическом образовании: учеб. пособие / С. А. Цыплакова, С. М. Маркова. – Н. Новгород: Нижегород. гос. пед. ун-т им. К. Минина, 2015. – 162 с.

275. Чайка А. Н. Кванториум – новый российский формат дополнительного образования детей в сфере инженерных наук МБОУ ДО «Детский технопарк «Кванториум» // Наука и образование: новое время. – 2017. – № 3(4). – С. 122-124.

276. Челнокова Е. А. Развитие технических способностей школьников / Е. А. Челнокова, А. С. Челноков, Е. В. Новожилова // Скиф. – 2020. – №2 (42). – С. 221-226.

277. Челнокова Т. А. Участие в проектной деятельности как фактор социального и профессионального развития личности студента: социокультурный подход / Т. А. Челнокова, Х. Р. Кадырова // Азимут научных исследований: Педагогика и психология. – 2017. – № 4. – С. 239–242.

278. Чемяков В. Н. STEM-новый подход к инженерному образованию / В. Н. Чемяков, Д. А. Крылов // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – №. 5 (20). – С. 59-64.

279. Чернецкая Н. И. Соотношение творческого мышления со сложными видами мышления // ПНиО. – 2013. – №5.– С. 160-166.

280. Чернецкая Н. И. Творческое мышление в системе понятий современной психологии // Гуманизация образования. – 2009. – №. 1. – С. 115-120.

281. Черникова Т. А. Деятельностный подход в педагогическом процессе как условие творческого саморазвития учащихся // Образование и саморазвитие. – 2006. – № 1. – С. 172-180.
282. Чернова Н. А. Педагогические условия развития дополнительного образования школьников: на прим. региона: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Кемерово, 1997. – 194 с.
283. Черткова, Наталья Викторовна. Дидактические особенности и условия развития детского технического творчества в системе дополнительного образования: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Самара, 2003. – 154 с.
284. Чистякова С. Н. Концепция педагогического сопровождения социально-профессионального самоопределения школьников // Известия АСОУ. – 2015. – Т. 2. – № 3. – С. 47–52.
285. Шабалина Н. К. Современные проблемы детского технического творчества // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 3. – С. 491-491.
286. Шадриков В. Д. Профессиональные способности: монография / В. Д. Шадриков. – Москва: Университетская книга, 2010. – 319 с.
287. Шакирова Д. М. Формирование критического мышления учащихся и студентов: модель и технология // Образовательные технологии и общество. – 2006. – Т. 9. – № 4. – С. 284-292
288. Шалашова М. М. STEM-педагог: учитель будущего // Образовательная политика. – 2020. – №. S5. – С. 34-38.
289. Шалашова М. М. Педагогический дизайн проектирования образовательной среды / М. М. Шалашова, Н. И. Шевченко // Вестник РМАТ. – 2020. – №. 3. – С. 75-81.
290. Шептуховский М. В. Предпосылки возникновения системно-деятельностного подхода в истории педагогической мысли / М. В. Шептуховский, В. Ю. Васильев // Современная образовательная среда. – 2017. – С. 50-56.

291. Шимшек Д. Интегративная технология обучения курсу «научно-техническое творчество» студентов технических вузов: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Самара, 2000. – 157 с.
292. Штайнер, Р. Педагогика, основанная на познании человека / Перевод [с нем.] Д. Виноградова. – Москва: Парсифаль 1996. – 123 с.
293. Штерц О. М. Проблема развития и диагностики технической одаренности детей // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – №. 64-1. – С. 291-294.
294. Штофф В. А. Моделирование и философия / В. А. Штофф. – Москва: Педагогика, 1966. – 344 с.
295. Шубас М. Л. Инженерное мышление и научно-технический прогресс / М. Л. Шубас. – Вильнюс: Минтис, 1982. – 173 с.
296. Шумейко О. Н. Реализация системно-деятельностного подхода в процессе обучения // Актуальные вопросы современной педагогики. – 2016. – С. 18-25.
297. Шумейко Т. С. Проблемы и перспективы развития технического творчества школьников в дополнительном образовании / Т. С. Шумейко, Б. Ж. Жарлыкасов, А. А. Жиенбаева // Концепции, теория и методика фундаментальных и прикладных научных исследований: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции – Пермь. – 2021. – С. 80.
298. Шумейко Т. С. Развитие технического творчества школьников в дополнительном образовании (на примере школы технического творчества детей и юношества г. Костаная) / Т. С. Шумейко, Н. Н. Зубко, А. А. Жиенбаева // Общество, педагогика, психология: актуальные исследования. – 2021. – С. 235-241.
299. Шумилин А. Т. Проблемы теории творчества / А. Т. Шумилин. – Москва: Высш. шк., 1989. – 141с.

300. Щедровицкий Г. П. Педагогика и логика / Г. Щедровицкий, В. М. Розин, Н. Г. Алексеев, Н. И. Непомнящая. – Москва: Касталь, 1993. – 414 с.
301. Щербакова Л. А. Техническое творчество: проблемы и пути развития // Методист. – 2009. – №. 6. – С. 31-32.
302. Щетинская А. И. Теория и практика современного дополнительного образования детей: учебное пособие / А. И. Щетинская, О. Г. Тавстуха, М. И. Болотова; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Оренбургский гос. пед. ун-т". – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2006. – 401 с.
303. Эльконин Д. Б. Возрастные и индивидуальные особенности младших подростков / Д. Б. Эльконин, Т. В. Драгунова, А. В. Захарова, М. Э. Боцманова: Под ред. Д. Б. Эльконина и Т. В. Драгуновой. – Москва: Просвещение, 1967. – 360с.
304. Энгельмейер П. К. Теория творчества / П. К. Энгельмейер. – СПб.: Образование, 1910. – 205 с.
305. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. 82 основных и 4 дополнительных томов. – СПб.: Семеновская Типолитография (И. А. Ефрона), 1890-1907. – 524 с.
306. Юдин Э. Г. Системный подход и принцип деятельности: Методол. пробл. соврем. науки. – Москва: Наука, 1978. – 391 с
307. Ядровская М. В. Модели в педагогике // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2013. – №366. – С. 139-143.
308. Якиманская И. С. Основы личностно ориентированного образования / И. С. Якиманская. – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. – 220 с.
309. Якиманская И. С. Построение модели личностно-ориентированного обучения / И. С. Якиманская – Москва: КСП+, 2001. – 128 с.

310. Якиманская И. С. Развитие пространственного мышления школьников: автореф. дисс. на со-иск. учен. степ. докт. психол. наук. – Москва, 1980. – 41 с.
311. Яковлева Е. Л. Психология развития творческого потенциала личности / Е. Л. Яковлева, Д. И. Фельдштейн. – Москва: Московский психолого-социальный институт, 1997. – 224 с.
312. Яковлева Н. О. Педагогическое проектирование инновационных образовательных систем: монография / Н. О. Яковлева. – Челябинск: Челяб. гуманит. ин-т, 2008. – 279 с.
313. Якунина Н. А. Критическое мышление: аналитическое осмысление понятия // Гаудеамус. – 2019. – Т. 18. – №. 4 (42). – С. 21-26.
314. Ярцев Н. Н. Становление и развитие системы детского технического творчества в условиях дополнительного образования: на примере Самарской области: диссертация ... кандидата педагогических наук. – Ульяновск, 2006. – 297 с.
315. Ясвин В. А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию / В. А. Ясвин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Смысл, 2001. – 366 с.
316. Baidoo-Anu D., Ansah L. O. Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning // Journal of AI. – 2023. – Т. 7. – №. 1. – pp. 52-62.
317. Cho Y., Brown C. Project-based learning in education: integrating business needs and student learning // European Journal of Training and Development. – 2013. – V. 37. – Issue 8. – pp. 744–765.
318. Collis B. Flexible Learning in a Digital World: Experiences and Expectations / B. Collis, J. Moonen // Routledge, 2012. – 390 p.
319. Dewey J. Experience & Education. New York: Kappa Delta Pi, 2007. – 81 p.



320. Dillenbourg P. The evolution of research on collaborative learning. / P. Dillenbourg, M. Baker, A. Blaye, C. O'malley // E. Spada & P. Reiman (Eds) Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science. – 1996. – pp. 189-211.
321. Elmqaddem N. Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality? // International journal of emerging technologies in learning. – 2019. – V. 14. – №. 3.
322. Gill S. S. Transformative effects of ChatGPT on modern education: Emerging Era of AI Chatbots // Internet of Things and Cyber-Physical Systems. – 2024. – V. 4. – pp. 19-23.
323. Gündoğan A. SCAMPER: improving creative imagination of young children // Creativity studies. – 2019. – V. 12. – Issue. 2. – pp. 315-326.
324. Harris, A., & de Bruin, L. Creative ecologies and education futures. In C. Mullen (Ed.), Creativity Under Duress in Education? Creativity Theory and Action in Education. New York: Springer. – 2019. – V. 3. – pp. 99-115.
325. Henriksen D. Creativity and technology in teaching and learning: a literature review of the uneasy space of implementation // Educational Technology Research and Development. – 2021. – pp. 2091-2108.
326. Holford, W. D. The future of human creative knowledge work within the digital economy // Futures. – 2019. – pp. 143-154.
327. Jarkovsky R. The 3DPrint in Technical Education and Creativity Development / R. Jarkovsky, S. Major, P. Cyrus // WSEAS Transactions on Environment and Development. – 2018. – V. 14. – pp. 668-673.
328. Javaid M. Unlocking the opportunities through ChatGPT Tool towards ameliorating the education system // BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations. – 2023. – V. 3. – Issue. 2. – pp. 100-115.
329. Leahy S. The digital frontier: Envisioning future technologies impact on the classroom / S. Leahy, C. Holland, F. Ward // Futures. – 2019. – V. 113. – pp. 102422-102431.

330. Lee, M. R. Digital creativity: Research themes and framework / M. R. Lee, T. T. Chen // *Computers in human behavior*. – 2015. – pp. 12-19.
331. Ma Y. Research on the Influence of Virtual Reality on the Learning Effect of Technical Skills of Science and Engineering College Students: Meta-Analysis Based on 32 Empirical Studies / Y. Ma, L. Zhang, M. Wu // *International Journal of Digital Multimedia Broadcasting*. – 2022. – pp. 1-9.
332. Macdonald J. Assessing activity-based learning for a networked course / J. Macdonald, P. Twining // *British Journal of Educational Technology*. – 2002. – V. 33. – Issue. 5. – pp. 603-618.
333. Martin T. Comparison of student learning in challenge-based and traditional instruction in biomedical engineering / T. Martin, S. D. Rivale, K. R. Diller // *Annals of Biomedical Engineering*. – 2007. – V. 35. – N 8. – pp. 1312–1323.
334. Morawski C. M. Teaching students in place: the languages of third space learning // *Cultural Studies of Science Education*. – 2017. – V.12. – Issue 3. – pp. 555-564.
335. Opara E. C. hatGPT for Teaching, Learning and Research: Prospects and Challenges / E. C. Opara, M. T. Adalikwu , C. A. Tolorunleke // *Glob Acad J Humanit Soc Sci*. – 2023. – V. 5. – Issue. 2. – pp. 52-62
336. Pecore J. L. From Kilpatrick's Project Method to Project-Based Learning // *International Handbook of Progressive Education*. – 2015. – pp. 155-171.
337. Simonton D. K. Creativity: Cognitive, personal, developmental, and social aspects // *American psychologist*. – 2000. – V. 55. – Issue. 1. – pp. 151-158.
338. Sternberg R. The nature of creativity // *Creativity research journal*. – 2006. – V. 18. – N 1. – pp. 87-98.
339. Taylor C. W. Various approaches to and definitions of creativity // R. Sternberg, T. Tardif (eds.). *The nature of creativity*. Cambridge: Cambr. Press. – 1988. – pp. 99-126.

340. Torrance E. P. Creativity in the classroom. Washington: National Education Association, 1977. – 36 p.
341. Wallach M. A. Modes of thinking in young children: a study of the creativity intelligence distinction / M. A. Wallach, N. Kogan. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1984. – 357 p.
342. Wang J. Review of Large Vision Models and Visual Prompt Engineering / J. Wang, L. Zhengliang, Z. Lin, W. Zihao // Meta-Radiology. – 2023. – V. 1. – Issue. 3. – pp. 100047-100083.
343. White J. A Prompt Pattern Catalog to Enhance Prompt Engineering with ChatGPT // arXiv preprint arXiv. – 2023. – V. 1. – pp. 1-19.
344. Xia Q. Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education / Q. Xia, T. Chiu, X. Zhou, C. S. Chai, M. Cheng // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2023. – V. 4. – pp. 100118-100132.

## Перечень тестов определения уровней сформированности и развития способностей к техническому творчеству обучающихся

### Тест на определение уровня знаний о сфере 3D-моделирования и компьютерной графики

1. Что такое 3D-моделирование
  - А) Создание реалистичных текстур трехмерного графического объекта
  - Б) Раздел компьютерной графики, посвященный методам создания изображений и видео путем моделирования трехмерных объектов
  - В) Область деятельности, основанная на применении компьютерных технологий для создания изображений
  - Г) Процесс создания трехмерной модели объекта
2. Как принято называть человека, который занимается 3D-моделированием
  - А) 3D-инженер;
  - Б) 3D-художник;
  - В) 3D-строитель;
  - Г) 3D-инструктор
3. В каких отраслях применяют технологии 3D-моделирования (выберите один или несколько ответов)
  - А) Медицина
  - Б) Дизайн
  - В) Инженерия
  - Г) Образование
  - Д) Археология
  - Е) Авиастроение и Космическая
  - Ж) Машиностроение и промышленность
  - З) Кинопроизводство
  - И) Игры
  - К) Во всех вышеперечисленных
4. Какие программы из перечисленных позволяют работать с трехмерной графикой (выберите один или несколько ответов)
  - А) Blender
  - Б) Adobe Photoshop
  - В) 3dsMax
  - Д) Adobe Illustrator
  - Е) Zbrush
  - Ж) Dolby 3D
5. Что такое рендеринг
  - А) Установка и настройка источников света
  - Б) Создание трехмерной модели объекта
  - В) Процесс получения изображения модели
  - Г) Процесс переноса модели в другую программу
6. Что такое текстурирование
  - А) Процесс создания высокополигональных объектов
  - Б) Наложение изображения на 3D-модель, для придания фактуры и цвета
  - В) Изменение геометрии модели для улучшения ее эстетических свойств
  - Г) Процесс преобразования сложных 3D-моделей с высоким разрешением в более простые
7. Что такое 3D-анимация
  - А) Вывод изображения на дисплей компьютера

- Б) Настройка модели для записи видео  
 В) Процесс создания движущихся изображений в трехмерной цифровой среде  
 Г) Процесс создания изображения высокополигональной модели
8. Что такое экспорт 3D-модели  
 А) Перенос модели из одной программы в другую  
 Б) Запись или выгрузка данных модели в виде файла, для последующего использования  
 В) Процесс разборки модели на составляющие части
9. Что такое импорт 3D-модели  
 А) Перенос модели из одной программы в другую  
 Б) Запись или выгрузка данных модели в виде файла, для последующего использования  
 В) Добавление или загрузка новой модели в сцену
10. Что такое игровой движок  
 А) Программное обеспечение, предназначенное для разработки игр  
 Б) Программное обеспечение, предназначенное для участия в кибер-спортивных турнирах  
 В) Программа, позволяющая играть в любимые игры  
 Г) Составная часть современных игровых компьютеров, ноутбуков, игровых консолей
11. Выберите основные этапы 3D-моделирования  
 А) Подготовка, прототипирование, фотографирование, презентация  
 Б) Сбор информации, моделирование, анализ, внесение корректировок  
 В) Создание геометрии модели, текстурирование, работа с освещением, визуализация  
 Г) Создание команды, работа над целями, выполнение задач, анализ результатов
12. Что такое ретопология  
 А) Процесс оптимизации 3D-модели, подразумевающий уменьшение количества полигонов и построения правильной полигональной сетки для дальнейшей работы  
 Б) Процесс оптимизации 3D-модели, подразумевающий снижение качества текстур, для снижения веса исходных файлов модели  
 В) Один из этапов презентации готового проекта  
 Г) Первый этап создания 3D-модели высокого качества
13. Что такое развертка  
 А) Разбор 3D-модели на составные части, для последующей сборки в другой программе  
 Б) Экспорт готовой модели в стороннюю программу для дальнейшей работы с ней  
 В) Запись или выгрузка данных модели в виде файла, для последующего использования  
 Г) Преобразование поверхности трехмерного объекта на плоскость, для последующего наложения текстур
14. Что такое риггинг  
 А) Сборка 3D-модели из заранее подготовленных составных частей, для последующей визуализации  
 Б) Подготовка 3D-модели к анимации, в процессе которой внутри нее размещаются виртуальные суставы, кости  
 В) Процесс преобразования сложных 3D-моделей с высоким разрешением в более простые  
 Г) Процесс создания движущихся изображений в трехмерной сцене
15. Какие виды 3D-моделирования выделяют (можно выбрать несколько)  
 А) Воксельное

- Б) Полигональное
- В) Сплайновое
- Г) Скульптинг
- Д) Промышленное (твердотельное, поверхностное, метасферное)
- Е) Все вышеперечисленное

#### Ключ

1Б, 2Б, 3К, 4АВЕ, 5В, 6Б, 7В, 8Б, 9В, 10А, 11В, 12А, 13Г, 14Б, 15Е.

#### Обработка и интерпретация результатов

1 правильный ответ на вопрос = 1 баллу

Если вопрос содержит несколько правильных ответов, то его решение будет засчитано только тогда, когда будут выбраны все правильные варианты ответа:

4-й вопрос (АВЕ) = 1 баллу.

#### Оценка результатов

Низкий уровень 1-5 баллов.

Средний уровень 6-10 баллов.

Высокий уровень 11-15 баллов.

#### Тест В. И. Андреева «Оценка способности к саморазвитию, самообразованию»

Инструкция: «Выберите один из вариантов ответов».

1. За что вас ценят ваши друзья:

- А) преданный и верный друг
- Б) сильный и готов в трудную минуту за них постоять
- В) эрудированный, интересный собеседник

2. На основе сравнительной самооценки выберите, какая характеристика вам более всего подходит:

- А) целеустремленный
- Б) трудолюбивый
- В) отзывчивый

3. Как вы относитесь к идее ведения личного ежедневника, к планированию своей работы на год, месяц, ближайшую неделю, день:

- А) думаю, что чаще всего это пустая трата времени
- Б) я пытался это делать, но нерегулярно
- В) положительно, так как я давно это делаю

4. Что вам больше всего мешает профессионально самосовершенствоваться, лучше учиться:

- А) нет достаточно времени
- Б) нет подходящей литературы
- В) не всегда хватает силы воли и настойчивости

5. Каковы типичные причины ваших ошибок и промахов:

- А) невнимательный
- Б) переоцениваю свои способности
- В) точно не знаю

6. На основе сравнительной самооценки выберите, какая характеристика вам более всего подходит:

- А) настойчивый
- Б) усидчивый
- В) доброжелательный

7. На основе сравнительной самооценки выберите, какая характеристика вам более всего подходит:
- А) решительный
  - Б) любознательный
  - В) справедливый
8. На основе сравнительной самооценки выберите, какая характеристика вам более всего подходит:
- А) генератор идей
  - Б) критик
  - В) организатор
9. На основе сравнительной самооценки выберите, какие качества у вас развиты в большей степени:
- А) сила воли
  - Б) память
  - В) обязательность
10. Что чаще всего вы делаете, когда у вас появляется свободное время:
- а) занимаюсь любимым делом, у меня есть хобби
  - Б) читаю художественную литературу
  - в) провожу время с друзьями, либо в кругу семьи
11. Какая из нижеприведенных сфер для вас в последнее время представляет познавательный интерес:
- а) научная фантастика
  - Б) религия
  - В) психология
12. Кем бы вы могли себя максимально реализовать:
- А) спортсменом
  - Б) ученым
  - В) художником
13. Каким чаще всего считают или считали вас учителя:
- А) трудолюбивым
  - Б) сообразительным
  - В) дисциплинированным
14. Какой из трех принципов вам ближе всего, и вы придерживаетесь его чаще всего:
- А) живи и наслаждайся жизнью
  - Б) жить, чтобы больше знать и уметь
  - В) жизнь прожить – не поле перейти
15. Кто ближе всего к вашему идеалу:
- А) человек здоровый, сильный духом
  - Б) человек, много знающий и умеющий
  - В) человек, независимый и уверенный в себе
16. Удастся ли вам в жизни добиться того, о чем вы мечтаете в профессиональном и личном плане:
- А) думаю, что да
  - Б) скорее всего, да
  - В) как повезет
17. Какие фильмы вам больше всего нравятся:
- А) приключенческо-романтические
  - Б) комедийно-развлекательные
  - В) философские
18. Представьте себе, что вы заработали миллиард. Куда бы вы предпочли

его истратить:

- А) путешествовал бы и посмотрел мир
- Б) поехал бы учиться за границу или вложил деньги в любимое дело
- В) купил бы коттедж с бассейном, мебель, шикарную машину и жил бы в свое удовольствие

**Ответы на вопросы теста оцениваются следующим образом**

Вопрос	Оценочные баллы ответов	Вопрос	Оценочные баллы ответов
1	а)2 б)1 в)3	10	а)2 б)3 в)1
2	а)3 б)2 в)1	11	а)1 б)2 в)3
3	а)1 б)2 в)3	12	а)1 б)3 в)2
4	а)3 б)2 в)1	13	а)3 б)2 в)1
5	а)2 б)3 в)1	14	а)1 б)3 в)2
6	а)3 б)2 в)1	15	а)1 б)3 в)2
7	а)2 б)3 в)1	16	а)3 б)2 в)1
8	а)3 б)2 в)1	17	а)2 б)1 в)3
9	а)2 б)3 в)1	18	а)2 б)3 в)1

**По результатам тестирования можно определить уровень способностей к саморазвитию и самообразованию**

Суммарное число баллов	Уровень способностей к самообразованию и саморазвитию
18 – 25	1 – очень низкий уровень
26-28	2 – низкий
29-31	3 – ниже среднего
32-34	4 – чуть ниже среднего
35-37	5 – средний уровень
38-40	6 – чуть выше среднего
41-43	7- выше среднего
44-46	8 – высокий уровень
47-50	9 – очень высокий уровень
51-54	10 - наивысший

На наш взгляд, необходима модификация оценки уровней способности к самообразованию и саморазвитию (мы убрали промежуточные уровни и оставили только три уровня, что не меняет основного смысла подсчета результатов): высокий уровень – 7-10 баллов, средний уровень – 4-6 баллов, низкий уровень – 1-3 балла.

**Тест на определение уровня знаний о проектной деятельности**

1. Проект это

А) Процесс создания реально возможных объектов будущего с применением уже имеющихся достижений в области науки и техники

Б) Уникальный процесс, состоящий из совокупности скоординированных и управляемых видов деятельности, направленных на достижение цели, включающий ограничения по срокам, времени, ресурсам

В) Совокупность определенных видов деятельности, направленных на достижение конкретной цели

Г) Уникальный процесс по созданию определенных продуктов и услуг, который направлен на удовлетворение потребностей общества

2. Гипотеза это

А) Предположение или догадка, утверждение, не предполагающее доказательство



- Б) Утверждение, предполагающее доказательство
- В) Предположение или догадка, утверждение, предполагающее доказательство
- Г) Мысленный прообраз какого-либо действия, предмета, явления, принципа

3. Основоположником проектного метода принято считать

- А) К. Д. Ушинский
- Б) Дж. Дьюи
- В) Дж. Джонсон
- Г) Коллингс

4. Цель проекта это

- А) Желаемый результат деятельности, достигаемый при реализации проекта в заданных условиях
- Б) Идея, которая требует проверки и планирования
- В) Результат деятельности, который принесет пользу обществу
- Г) Задача, которая требует поиска решения и командной работы, направленной на ее решение

5. Задачи проекта это

- А) Логические задачи, которые необходимо решить в ходе реализации проекта
- Б) Процесс поиска информации, который позволяет составить общую картину реализации проекта
- В) Конкретные шаги, этапы или действия, направленные на достижение цели проекта
- Г) Установка новых цепочек последовательности действий

6. Что такое методология SMART

- А) Это подход к решению поставленных задач проекта, путем логического обоснования сущности явлений и дальнейшей их проверки опытно-экспериментальным путем
- Б) Это подход к постановке целей и задач проекта, который помогает выбрать формулировку желаемого результата, дает чувство направления и помогает организовать деятельность и достигать целей
- В) Это умная система решения проблемных ситуаций, направленная на достижения целей проекта
- Г) Это принцип командного взаимодействия, ведущий к наиболее быстрому достижению поставленных целей проекта

7. Цели и задачи по SMART должны быть (выберите один или несколько вариантов ответа):

- А) Конкретными
- Б) Измеримыми
- В) Достижимыми
- Г) Реалистичными
- Д) Ограниченными по времени
- Е) Все вышеперечисленное

8. Соотнесите типы проектов по характеру доминирующей деятельности с их характеристиками (укажите стрелками)

Классификация	Отношение (стрелки)	Типы
Исследовательские		Решение практических задач, в результате чего получается конкретный предмет, модель, схема и т. д.

Практико-ориентированные		Сбор информации о каком-либо предмете или явлении (например, проведение опроса, анкетирование, поиск в интернете и т. п.)
Информационно-поисковые		Привлечение интереса общества к проблеме проекта (результатом чего становится произведение изобразительного, прикладного искусства и т. д.)
Творческие		Доказательство или опровержение гипотезы, проведение экспериментов, описание явлений
Игровые		Подготовка и представление обществу опыта участия в решении проблемы проекта путем организации мероприятия (соревнования, викторины, квеста и т. д.)

9. Соотнесите типы проектов с их классификацией (укажите стрелками)

Классификация	Отношение (стрелки)	Типы
По составу и структуре		Технические Организационные Экономические Социальные Смешанные
По характеру предметной области		Монопроекты Мультипроекты Мегапроекты
По длительности		Краткосрочные Среднесрочные Долгосрочные
По масштабу		Инвестиционный Инновационный Научно-исследовательский Учебно-познавательный Смешанный
По сферам деятельности		Малые Средние Мегапроекты

10. Установите правильную последовательность основных этапов проектной деятельности (напишите цифры слева от вариантов ответа - сверху вниз)

- А) Постановка целей и задач проекта
- Б) Постановка и анализ проблемы
- В) Выбор средств достижения цели проекта
- Г) Оценка результатов и выводы
- Д) Поиск и обработка информации
- Е) Презентация

11. Метод исследования это

- А) Подход к постановке целей и задач проекта, который помогает выбрать формулировку желаемого результата
- Б) Желаемый результат деятельности, достигаемый при реализации проекта в заданных условиях
- В) Набор технических средств достижения цели проекта
- Г) Набор приемов и способов, направленных на достижение целей проекта
12. Какие фазы имеет проект как вид деятельности (выберите один или несколько вариантов ответа)
- А) Инициирование
- Б) Планирование
- В) Исполнение
- Г) Управление
- Д) Завершение
- Е) Все вышеперечисленное
13. Выберите правильный план презентации исследовательского проекта
- А) Титульный слайд, оглавление, введение, основная часть, заключение, благодарность за внимание
- Б) Титульный слайд, оглавление, основная часть, дополнительная часть, заключение, благодарность за внимание
- В) Введение, оглавление, основная часть, заключение
- Г) Титульный слайд, введение, основная часть, заключение, благодарность за внимание
14. Презентацию проекта принято делать в
- А) Excel
- Б) Microsoft Power Point
- В) Microsoft Office
- Г) Outlook
15. Какие из перечисленных платформ предназначены для управления проектом, командой и процессами проектной деятельности (выберите несколько вариантов)
- А) Kaiten
- Б) Microsoft World
- В) Skype
- Г) Power Point
- Д) Trello
- Е) Яндекс. Трекер

### Ключ

1Б, 2В, 3Б, 4А, 5А, 6Б, 7Е

Ответы на 8 вопрос

Классификация	Типы
А)Исследовательские	Б)Решение практических задач, в результате чего получается конкретный предмет, модель, схема и т.д.
Б)Практико-ориентированные	В)Сбор информации о каком-либо предмете или явлении (например, проведение опроса, анкетирование, поиск в интернете и т. п.)
В)Информационно-поисковые	Г)Привлечение интереса общества к проблеме проекта (результатом чего становится произведение изобразительного, прикладного искусства и т. д.)

Г)Творческие	А)Доказательство или опровержение гипотезы, проведение экспериментов, описание явлений
Д)Игровые	Д)Подготовка и представление обществу опыта участия в решении проблемы проекта путем организации мероприятия (соревнования, викторины, квеста и т. д.)

Ответы на 9 вопрос

Классификация	Типы
А)По составу и структуре	Д)Технические; Организационные; Экономические; Социальные; Смешанные
Б)По характеру предметной области	А)Монопроекты; Мультипроекты; Мегапроекты
В)По длительности	В)Краткосрочные; Среднесрочные; Долгосрочные
Г)По масштабу	Б)Инвестиционный; Инновационный; Научно-исследовательский; Учебно-познавательный; Смешанный
Д)По сферам деятельности	Г)Малые; Средние; Мегапроекты

10БАВДЕГ, 11Г, 12Е, 13А, 14Б, 15АДЕ.

#### **Обработка и интерпретация результатов**

1 правильный ответ на вопрос = 1 баллу

Если вопрос содержит несколько правильных ответов, то его решение будет засчитано только тогда, когда будут выбраны все правильные варианты ответа:

Вопросы на сопоставление

10-й вопрос (БАВДЕГ) = 1 баллу.

15-й вопрос (АДЕ) = 1 баллу.

#### **Оценка результатов**

Низкий уровень 1-5 баллов.

Средний уровень 6-10 баллов.

Высокий уровень 11-15 баллов.

### **Тест механической понятливости Беннета**

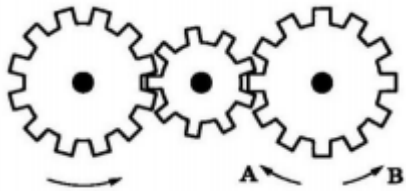
(модификация Г. В. Резапкиной)

Методика представляет собой сокращенный вариант теста и служит для выявления технических способностей подростков и взрослых. Стимульный материал представлен тридцатью заданиями в виде рисунков и трех вариантов ответов, один из которых является правильным. Необходимо выбрать верный ответ, отметив его номер в бланке. Допускается выполнение заданий в любой последовательности.

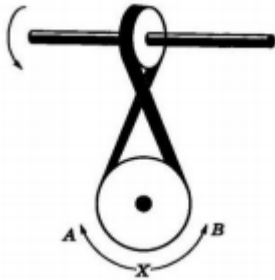
#### **Инструкция**

Рассмотрите рисунок, прочитайте вопрос к нему и запишите в бланк ответов рядом с номером вопроса номер верного варианта решения.

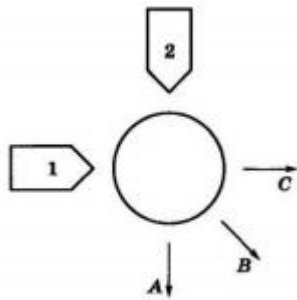
1. Если левая шестерня поворачивается в указанном стрелкой направлении, то в каком направлении повернется правая?



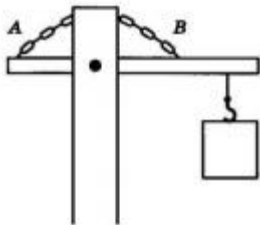
1. В направлении стрелки А.
  2. В направлении стрелки В.
  3. Не знаю.
2. Если верхнее колесо вращается в направлении, указанном стрелкой, то в какую сторону вращается нижнее колесо?



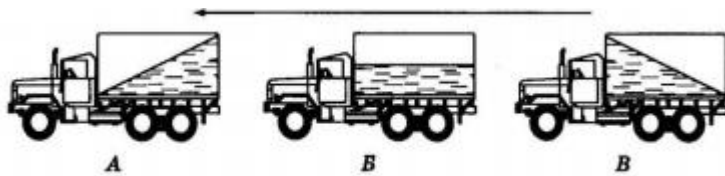
1. В направлении А.
  2. В обоих направлениях.
  3. В направлении В.
3. Куда будет двигаться диск, если на него действуют одновременно две одинаковые силы 1 и 2?



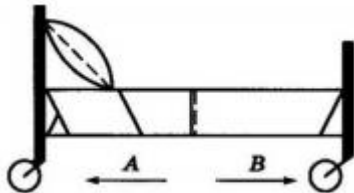
1. В направлении стрелки А.
  2. В направлении стрелки В.
  3. В направлении стрелки С.
4. Нужны ли обе цепи для поддержки груза или достаточно одной? Какой?



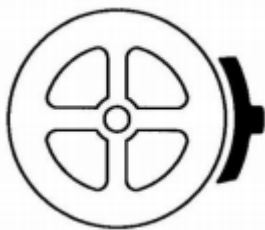
1. Достаточно цепи А.
  2. Достаточно цепи В.
  3. Нужны обе цепи.
5. Какая из машин с жидкостью в бочке тормозит?



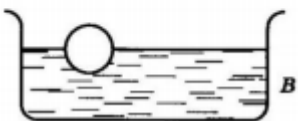
1. Машина А.
2. Машина Б.
3. Машина В.
6. В каком направлении двигали кровать последний раз?



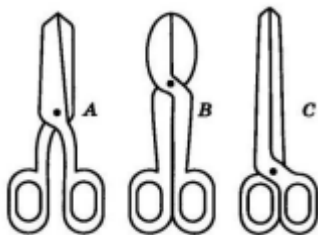
1. В направлении стрелки А.
2. В направлении стрелки В.
3. Не знаю.
7. Колесо и тормозная колодка изготовлены из одного и того же материала. Что быстрее изнашивается?



1. Колесо изнашивается быстрее.
2. Колодка изнашивается быстрее.
3. Колесо и колодка изнашиваются одинаково.
8. Одинаковой ли плотности жидкостями заполнены емкости или одна из жидкостей плотнее, чем другая (шары одинаковые)?



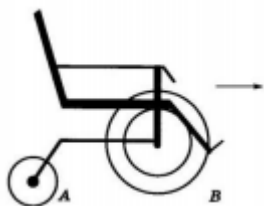
1. Жидкости одинаковой плотности.
2. Жидкость А плотнее.
3. Жидкость В плотнее.
9. Какими ножницами легче резать лист железа?



1. Ножницами А.
2. Ножницами В.

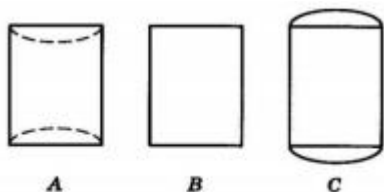
3. Ножницами С.

10. Какое колесо кресла-коляски вращается быстрее при движении коляски?



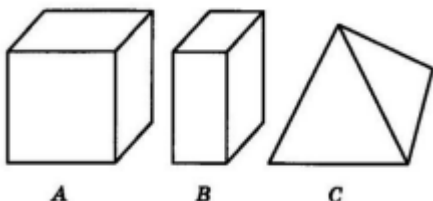
1. Колесо А вращается быстрее.
2. Колеса вращаются с одинаковой скоростью.
3. Колесо В вращается быстрее.

11. Как будет изменяться форма запаянной тонкостенной жестяной банки, если ее нагревать?



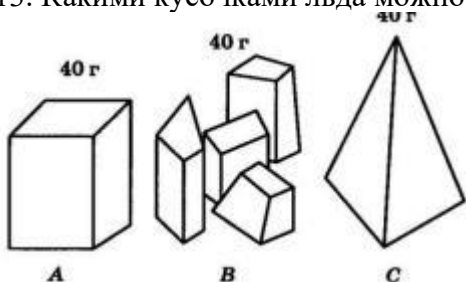
1. Как показано на рисунке А.
2. Как показано на рисунке В.
3. Как показано на рисунке С.

12. Вес фигур А, В и С одинаковый. Какую из них труднее опрокинуть?



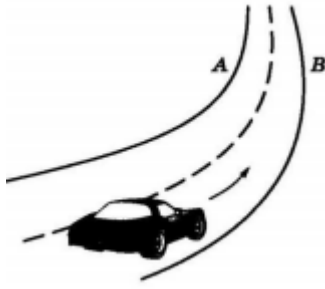
1. Фигуру А.
2. Фигуру В.
3. Фигуру С.

13. Какими кусочками льда можно быстрее охладить стакан воды?



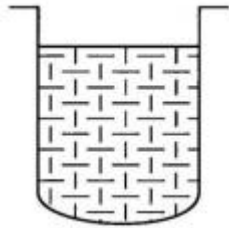
1. Куском на картинке А.
2. Кусочками на картинке В.
3. Куском на картинке С.

14. В какую сторону занесет эту машину, движущуюся по стрелке, на повороте?



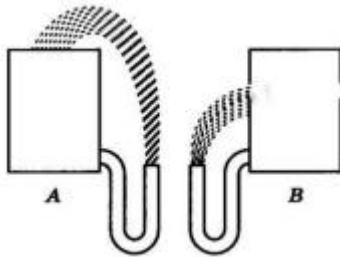
1. В любую сторону.
2. В сторону А.
3. В сторону В.

15. В емкости находится лед. Как изменится уровень воды по сравнению с уровнем льда после его таяния?



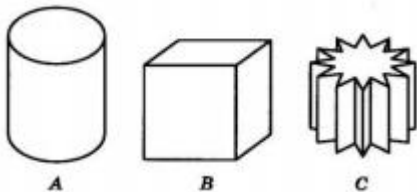
1. Уровень повысится.
2. Уровень понизится.
3. Уровень не изменится.

16. На какую высоту поднимется вода из шланга, если ее выпустить из заполненных емкостей А и В?



1. Как показано на рисунке А.
2. Как показано на рисунке В.
3. До высоты резервуаров.

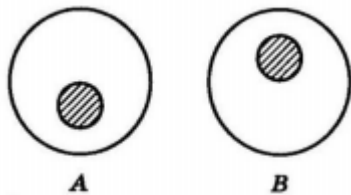
17. Какой из этих горячих цельнометаллических предметов остынет быстрее, если их вынести на воздух?



1. Предмет А.
2. Предмет В.
3. Предмет С.

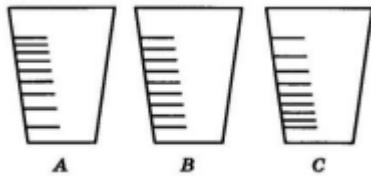
18. В каком положении остановится деревянный диск со вставленным в него металлическим кружком, если его толкнуть?





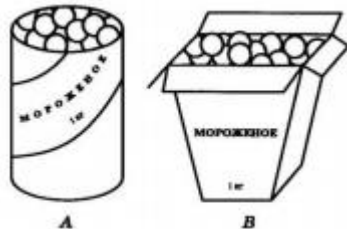
1. В положении А.
2. В положении В.
3. В любом положении.

19. На какой емкости, верно, нанесены деления, обозначающие объемы?



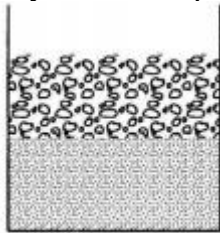
1. На емкости А.
2. На емкости В.
3. На емкости С.

20. В каком пакете мороженое растает быстрее?



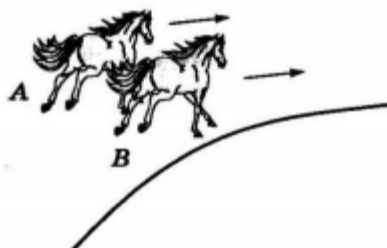
1. В пакете А.
2. В пакете В.
3. Одинаково.

21. На дне емкости находится песок. Поверх него — галька. Как изменится уровень, если гальку и песок перемешать?



1. Уровень повысится.
2. Уровень понизится.
3. Уровень останется прежним.

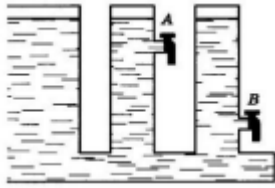
22. Какая из лошадок должна бежать на повороте быстрее для того, чтобы ее не обогнала другая?



1. Лошадка А.
2. Обе лошадки должны бежать с одинаковой скоростью.

3. Лошадка В.

23. Из какого крана сильнее должна бить струя воды, если их открыть одновременно?

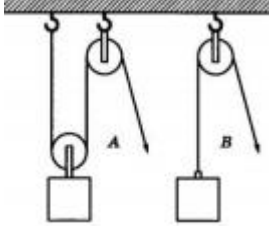


1. Из крана А.

2. Из крана В.

3. Из обоих одинаково.

24. В каком случае легче поднять одинаковый по весу груз?

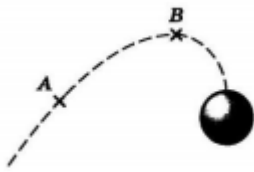


1. В случае А.

2. В случае В.

3. В обоих случаях одинаково.

25. В какой точке шарик движется быстрее?

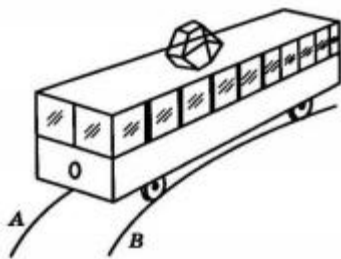


1. В точках А и В скорость одинаковая.

2. В точке А скорость больше.

3. В точке В скорость больше.

26. Какой из двух рельсов должен быть выше на повороте?



1. Рельс А.

2. Рельс В.

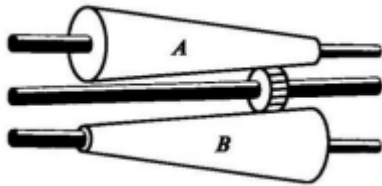
3. Оба рельса должны быть одинаковыми по высоте.

27. Как распределяется вес между крюками А и В?



1. Сила тяжести на обоих крюках одинаковая.
2. На крюке A сила тяжести больше
3. На крюке B сила тяжести больше.

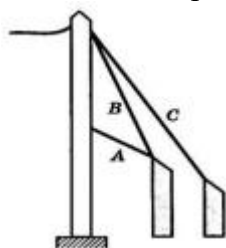
28. На оси X находится ведущее колесо, вращающее конусы. Какой из них будет вращаться быстрее?



1. Конус A.
2. Оба конуса будут вращаться одинаково.

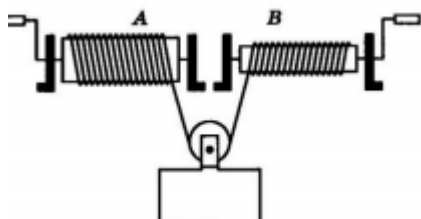
3. Конус В.

29. Какой из тросов удерживает столб надежнее?



1. Трос А.
2. Трос В.
3. Трос С.

30. Какой из лебедок труднее поднимать груз?



1. Лебедкой А.
2. Обеими лебедками одинаково.
3. Лебедкой В.

#### Правильные ответы

1 – 2	2 – 1	3 – 2	4 – 2	5 – 3
6 – 2	7 – 2	8 – 3	9 – 2	10 – 1
11 – 3	12 – 3	13 – 2	14 – 3	15 – 2
16 – 2	17 – 3	18 – 1	19 – 1	20 – 2
21 – 2	22 – 1	23 – 2	24 – 1	25 – 2
26 – 1	27 – 1	28 – 1	29 – 3	30 – 1

#### Обработка результатов

Каждое задание, выполненное верно, оценивается в 1 балл. Для этого ответы обучающегося (Бланк ответов) сравниваются с правильными ответами. Общая сумма баллов позволяет определить уровень технических способностей школьника.

25-30 баллов – высокий уровень технических способностей

19-24 балла – уровень выше среднего

13-18 – средний уровень

7-12 – уровень ниже среднего

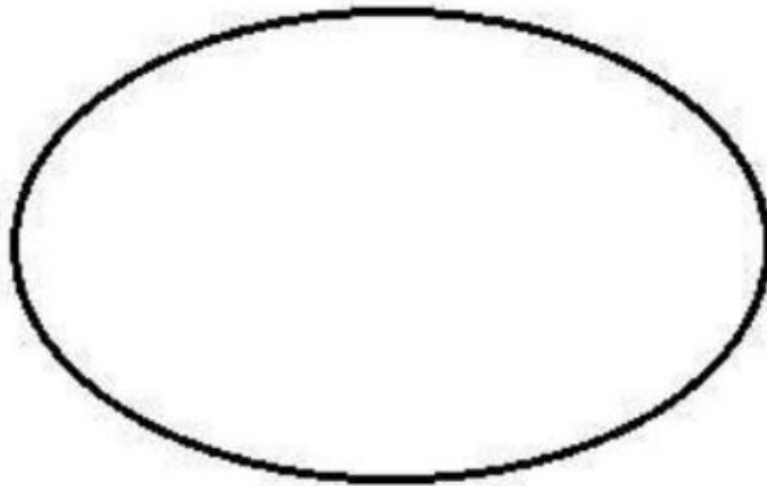
0-6 – низкий уровень технических способностей

Для сравнения результатов методом описательной статистики в ранговой шкале, мы модифицировали и упростили оценки уровней способностей: низкий уровень – 0-12 баллов; средний уровень – 13-18 баллов; высокий уровень – 19-30 баллов.

---

**Тест креативности Торренса. Диагностика творческого мышления.**

Предлагаемый вашему вниманию фигурный тест Е. Торренса предназначен для взрослых, школьников и детей от 5 лет. Этот тест состоит из трех заданий. Ответы на все задания даются в виде рисунков и подписей к ним. Время выполнения задания не ограничено, так как креативный процесс предполагает свободную организацию временного компонента творческой деятельности. Художественный уровень исполнения в рисунках не учитывается. Тест креативности Торренса, диагностика творческого мышления: Инструкция - описание к тесту Торренса, стимульный материал: Субтест 1. «Нарисуйте картинку». Нарисуйте картинку, при этом в качестве основы рисунка возьмите цветное овальное пятно, вырезанное из цветной бумаги. Цвет овала выбирается вами самостоятельно. Стимульная фигура имеет форму и размер обычного куриного яйца. Так же необходимо дать название своему рисунку.













*Примечание:*

*Цвет выбирается самостоятельно*

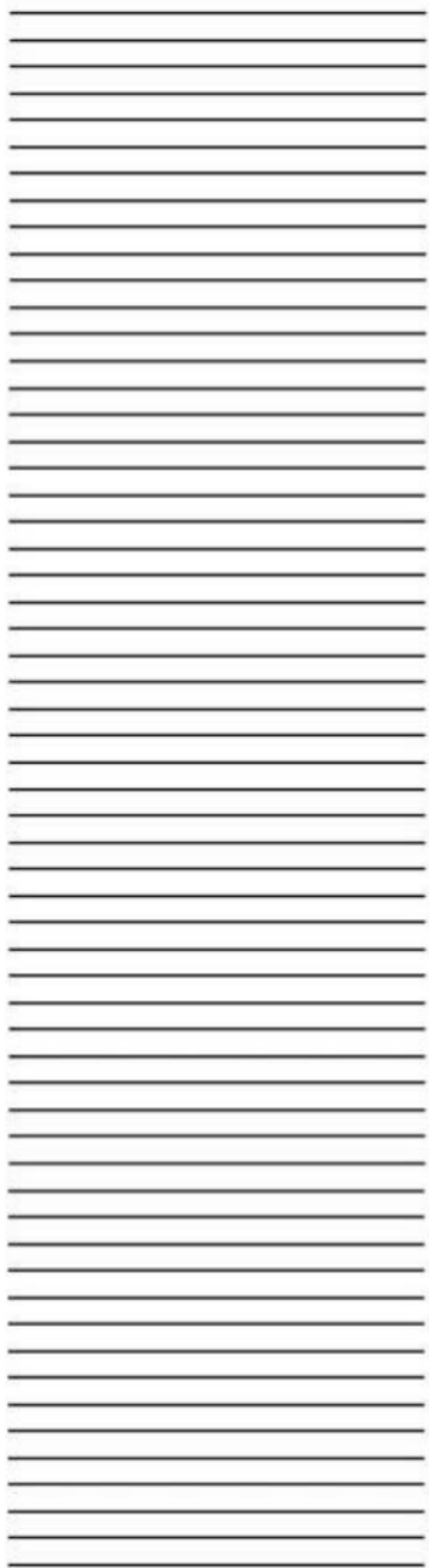
Субтест 2. «Завершение фигуры».

Дорисуйте десять незаконченных стимульных фигур. А также придумать название к каждому рисунку.

 1. _____	 2. _____
 3. _____	 4. _____
 5. _____	 6. _____
 7. _____	 8. _____
 9. _____	 10. _____

Субтест 3. «Повторяющиеся линии».

Стимульным материалом являются 30 пар параллельных вертикальных линий. На основе каждой пары линий необходимо создать какой-либо (не повторяющийся) рисунок.



*шаблон в уменьшенном размере*

### **Обработка результатов.**

Обработка результатов всего теста предполагает оценку пяти показателей: «беглость», «оригинальность», «разработанность», «сопротивление замыканию» и «абстрактность названий».

Интерпретация результатов теста Торренса.

Просуммируйте баллы, полученные при оценке всех пяти факторов («беглость», «оригинальность», «абстрактность названия», «сопротивление замыканию» и «разработанность») и поделите эту сумму на пять.

Полученный результат означает следующий уровень креативности по Торренсу:

30 — плохо

30—34 — ниже нормы

35—39 — несколько ниже нормы

40—60 — норма

61—65 — несколько выше нормы

66—70 — выше нормы

>70 — отлично

Для сравнения результатов методом описательной статистики в ранговой шкале, мы модифицировали и упростили оценки уровней способностей: низкий уровень – 0–39 баллов; средний уровень – 40-60 баллов; высокий уровень – >61 баллов.

---

### **Тест пространственного мышления (ТПМ) И.С. Якиманская, В.Г. Зархин, Х.-М.Х, Кадаяс**

#### **Руководство по проведению теста**

Тест предъявляется в каждом классе (группе) одновременно всем участникам; сидящие рядом решают разные формы ТПМ.

Для проведения теста требуется 40-50 минут (1 урок). В этом случае учащиеся могут работать в индивидуальном темпе, практически без ограничения времени, что важно для получения объективных результатов.

Перед проведением тестирования психолог-экспериментатор объясняет цель работы, обращается к участникам со следующими словами: "Сейчас вам будут предложены задания, цель которых заключается в том, чтобы выявить ваше умение работать с пространственными объектами. Эти задания отличаются от того, что вам приходится делать на уроках. Для выполнения задания вам понадобятся ручки, тестовые задания и бланки для ответов, которые мы вам раздадим. Каждому заданию предшествует своя инструкция. Внимательно читайте ее! Все задания следует решать

строго по порядку, не задерживаясь долго на одном из них. Старайтесь работать быстро и без ошибок!" После прочтения вводной инструкции экспериментатор просит записать в верхней части бланка для ответов следующие сведения: фамилию и имя, № класса, школы, группы, дату проведения эксперимента. Проконтролировав правильность заполнения этих сведений, экспериментатор объясняет правила фиксации ответа на бланках задания (обведение кружком соответствующей цифры).

Далее раздаются задания теста (формы А и Б) и выполняется работа. Экспериментатор, не оказывая помощи испытуемым, проверяет правильность (по форме) записи ответов учащимися.

По окончании работы учащиеся сдают задания тестов и бланки с ответами экспериментатору.



# Примеры заданий формы А

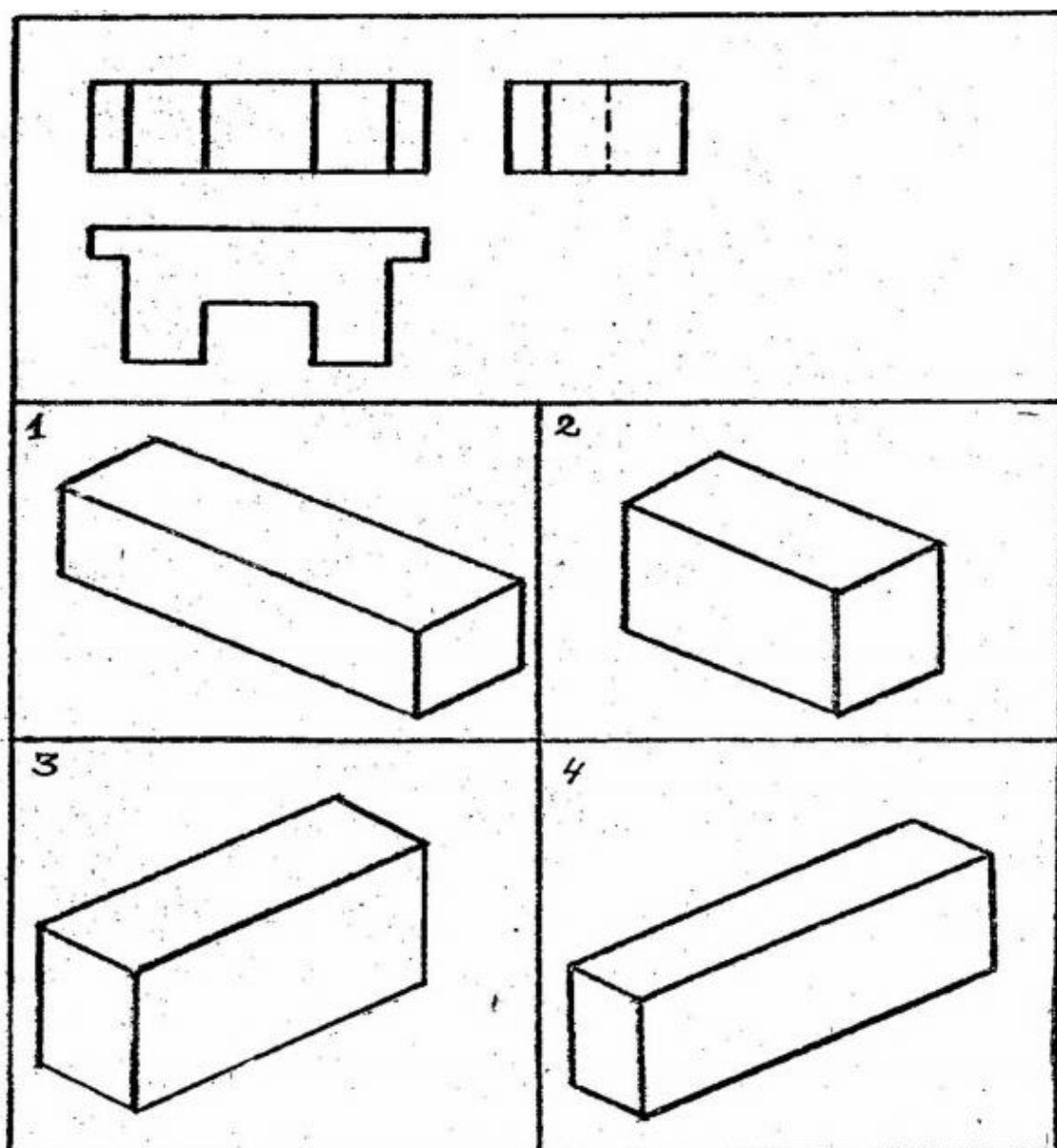
## ТЕСТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ (ТПМ)

### ФОРМА А

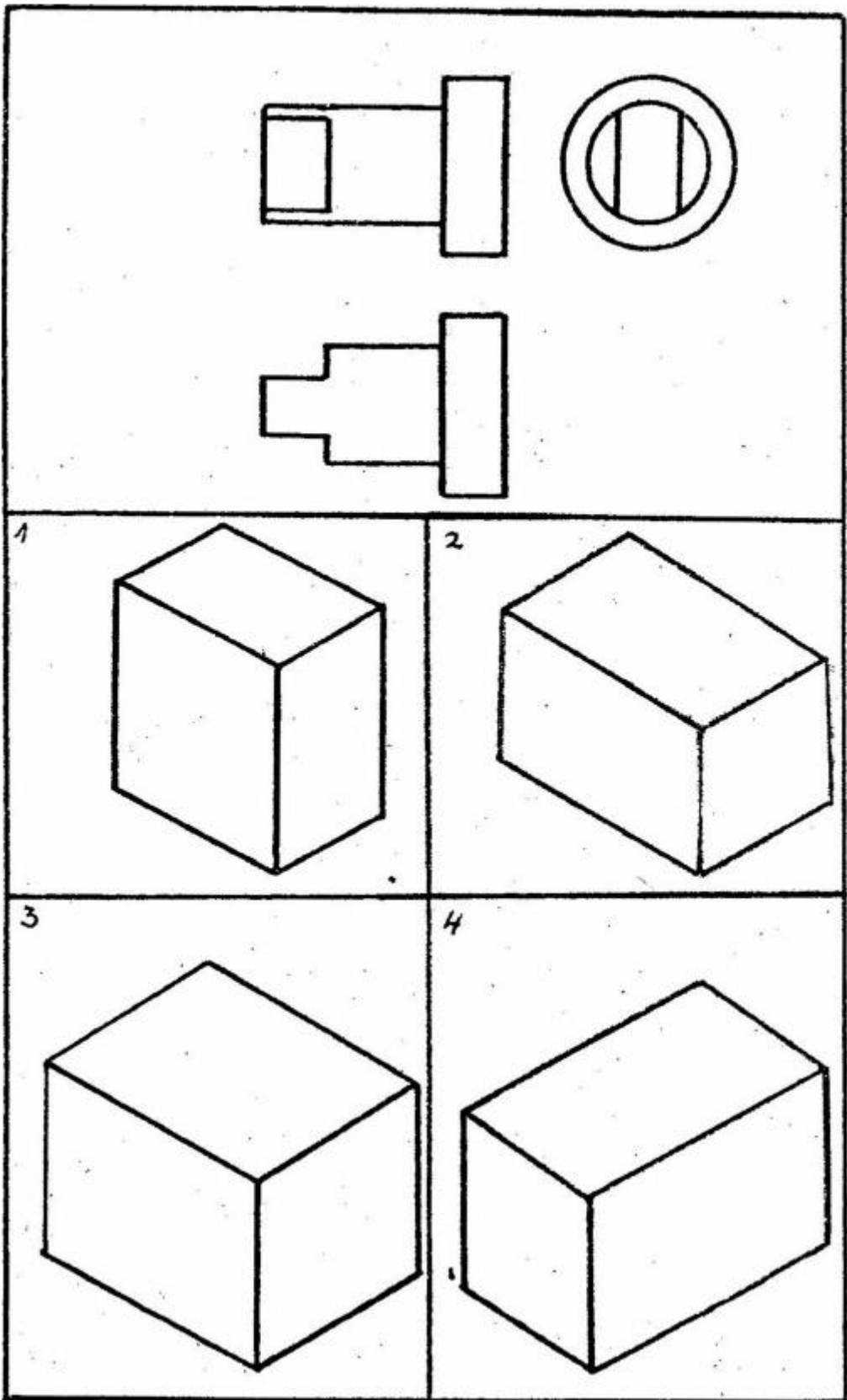
#### ЗАДАНИЕ № 1

Выберите самую подходящую заготовку для изготовления детали, изображенной на чертеже.

а)



6)



6

# Примеры заданий формы Б

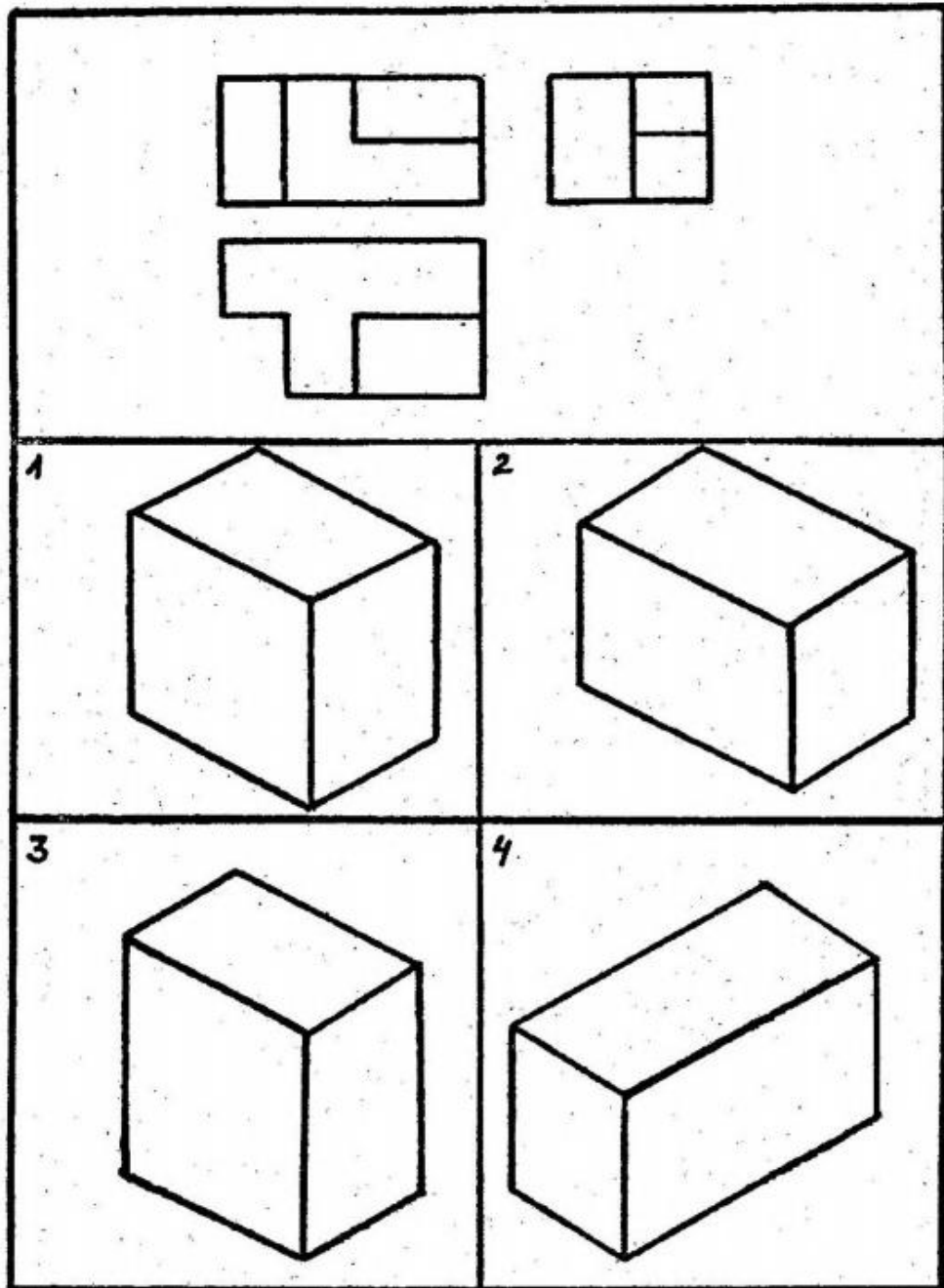
## ТЕСТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ

### ФОРМА Б

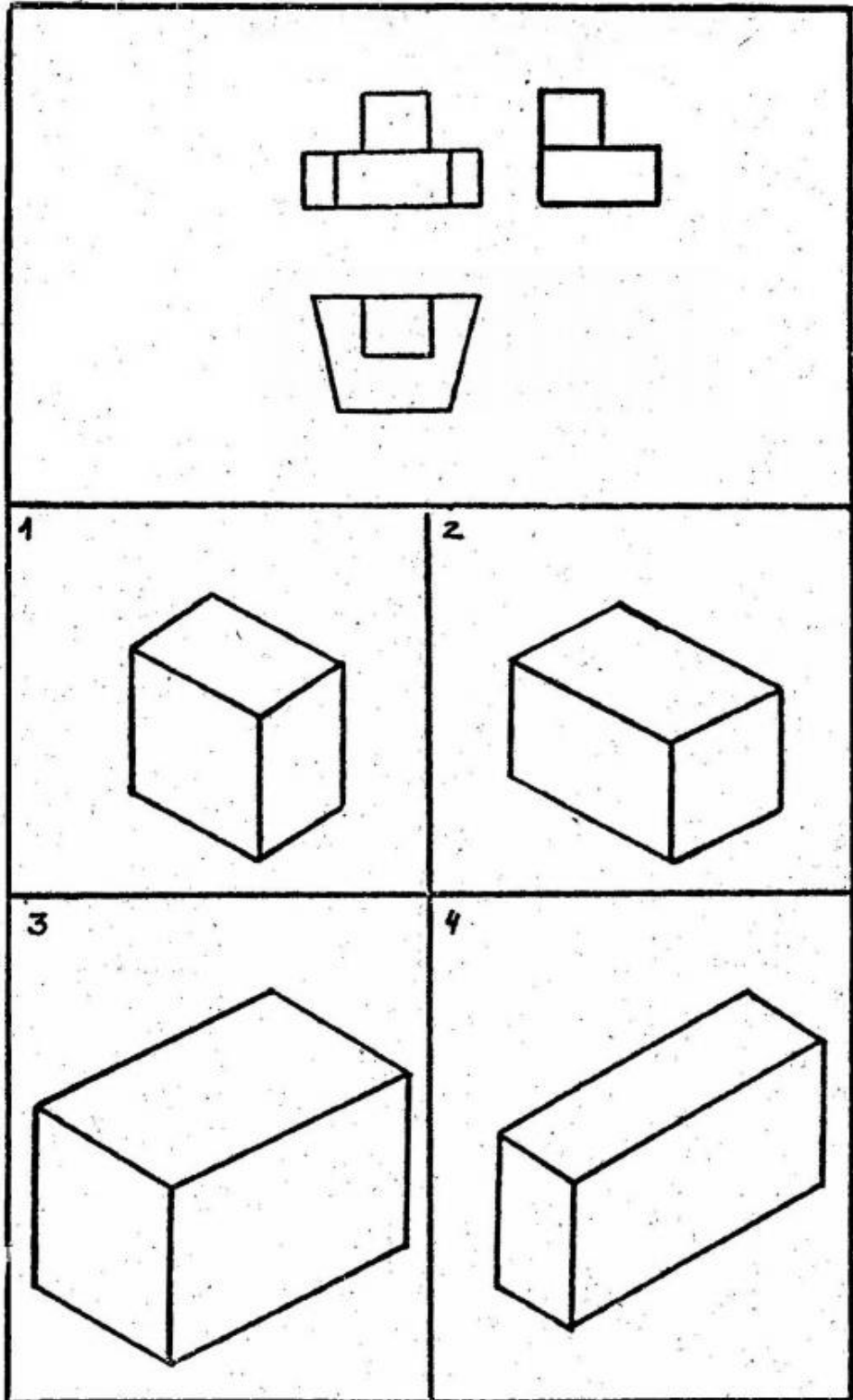
#### ЗАДАНИЕ № 1

Выберите самую подходящую заготовку для изготовления детали, изображенной на чертеже.

а)



6)



## ТЕСТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ

### ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

#### ЗАДАНИЯ ФОРМЫ А

1 а-3  
1 б-3  
2 а-2  
2 б-2  
3 а-2  
3 б-4  
4 а-4  
4 б-2  
5 а-3  
5 б-2  
6 а-1  
6 б-3  
7 а-4  
7 б-2  
8 а-4  
8 б-2  
9 а-2  
9 б-6  
10 а-4  
10 б-4  
11 а-5  
11 б-4  
12 а-4  
12 б-2  
13 а-4  
13 б-3  
14 а-4  
14 б-2  
15 а-1  
15 б-3

#### ЗАДАНИЯ ФОРМЫ Б

1 а-4  
1 б-3  
2 а-3  
2 б-1  
3 а-3  
3 б-2  
4 а-4  
4 б-2  
5 а-4  
5 б-1  
6 а-4  
6 б-2  
7 а-3  
7 б-2  
8 а-1  
8 б-2  
9 а-4  
9 б-2  
10 а-1  
10 б-2  
11 а-1  
11 б-8  
12 а-2  
12 б-2  
13 а-3  
13 б-2  
14 а-4  
14 б-1  
15 а-1  
15 б-4

### Обработка результатов тестирования

В ходе количественной и качественной обработки результатов возможен групповой и индивидуальный анализ.

1. Количественная обработка.

Полученные результаты заносятся в специальные бланки-протоколы. Знаком "плюс" отмечаются правильные ответы на каждое задание; знаком "минус" — отказ от решения, а если неверный ответ, то фиксируется цифра задания (для анализа типовых ошибок).

Каждое правильно выполненное задание оценивается I баллом. Подсчитывается для каждого испытуемого количество баллов как по всему тесту, так и по отдельным его разделам! (работа с величиной, формой и оперирование образами (I, II и III типы оперирования)). Отдельно оценивается успешность выполнения заданий, построенных на материале черчения, геометрии и рисования.

Для более адекватной оценки количественной стороны работы испытуемых подсчитывается отношение (в процентах) количества правильно выполненных заданий каждым испытуемым к общему количеству заданий теста, принимаемому за эталон.

Процент правильных ответов, полученных при выполнении заданий, дает представление о тесте как "инструменте" исследования.

При планировании эксперимента целесообразно предусматривать непараметрические методы.

## 2. Качественная обработка.

На основании полученных количественных показателей исследователь в соответствии со своими задачами может качественно проанализировать результаты тестирования. Такой анализ может идти, например, по следующим направлениям:

- а) выявление вида заданий (на величину, форму и тип оперирования образами), который вызывает наибольшее количество ошибок;
- б) выявление вида деятельности (создание образа, оперирование образами), вызывающего наибольшее число ошибок;
- в) определение степени усвоения отдельных разделов теста (черчение, геометрия, рисование).

По этим направлениям можно проводить анализ групповой и индивидуальной работы.

Для обработки результатов методом описательной статистики в ранговой шкале мы определили следующие уровни сформированности пространственного мышления:

низкий уровень – 0–30 баллов; средний уровень – 31–60 баллов; высокий уровень – 61–100 баллов. Баллы получаются с помощью преобразования процентов выполненных заданий

---

## Тест на определение уровня знаний о методах решения творческих задач

1. Какой метод решения творческих задач подразумевает генерацию большого количества идей без оценки на этапе создания?

- а) Аналитический метод
- б) ТРИЗ
- в) Мозговой штурм
- г) Эвристика

2. Какой метод ориентирован на улучшение и оптимизацию существующих продуктов и процессов, основываясь на принципах изобретательства?

- а) Метод шести шляп
- б) Метод синектики
- в) Метод фокальных объектов
- г) Метод ТРИЗ

3. Какой метод заключается в разбиении задачи на более простые подзадачи для более эффективного решения?

- а) Метод исключения
- б) Метод анализа и синтеза

- в) Метод системного подхода
- г) Метод декомпозиции (мозаики)

4. Какой метод ориентирован на обобщение и систематизацию информации, выявление основных идей и их взаимосвязей с применением графической схемы?

- а) Метод SCAMPER
- б) Метод фокальных объектов
- в) Mind mapping
- г) Метод шести шляп

5. Какой метод предлагает рассматривать каждый аспект задачи с разных точек зрения, например, как покупатель, производитель, конкурент и т. д.?

- а) Метод шести шляп
- б) Дизайн-мышление
- в) Метод фокальных объектов
- г) Метод синектики

6. Соотнесите стрелками название метода с его кратким описанием.

Метод фокальных объектов	Поиск новых идей и решений путем анализа структуры и свойств различных объектов и их компонентов
Метод синектики	Представляет собой набор приемов и вопросов, которые могут быть использованы для стимулирования творческого мышления и генерации новых идей при решении задач
SCAMPER	Генерация новых идей и решений путем комбинирования элементов из разных предметных областей или сфер знаний (случайных ассоциаций). Суть метода заключается в том, чтобы применять принцип ассоциации и сочетания идей, явлений или объектов, которые на первый взгляд не имеют никакой связи друг с другом.

7. Метод решения творческих задач, который акцентирует внимание на эмпатии к пользователям, глубоком понимании проблемы, генерации множества идей и быстром прототипировании решений.

- а) Mind mapping
- б) Метод фокальных объектов
- в) Дизайн-мышление
- г) Метод шести шляп

8. Метод решения творческих задач, который использует сходство между разными объектами, идеями или концепциями для создания новых решений.

- а) Метод анализа противоречий
- б) Метод аналогий
- в) Метод мозаики
- г) Метод обратной задачи

9. Какой метод предлагает анализировать несоответствия между разными аспектами задачи и находить пути их разрешения?

- а) Метод дизайн-мышление
- б) Метод матрицы противоречий
- в) Метод обратной задачи
- г) Метод инверсии

10. Метод заключается в определении шагов, которые привели бы к желаемому результату, и затем работе назад, чтобы определить начальные условия или предпосылки.

- а) Метод анализа противоречий
- б) Метод аналогий
- в) Метод мозаики
- г) Метод обратной задачи (инверсии)

11. В этом методе анализируются и выделяются наиболее важные аспекты объекта или задачи. Затем разница между сформированной моделью и текущим состоянием указывает на потенциальные области улучшения.

- а) Метод системного подхода
- б) Метод идеальной модели
- в) Метод изменения параметров
- г) Метод декомпозиции

12. Метод, в котором цель разбивается на более мелкие подцели, которые в свою очередь также могут быть разделены на подцели. Это позволяет структурировать иерархию целей и улучшает понимание задачи.

- а) Метод матрицы противоречий
- б) Метод дерева целей
- в) Метод морфологического анализа
- г) Метод анализа и синтеза

13. Соотнесите разработчика метода с кратким описанием метода.

Эдвард де Боно		Основан на разбиении задачи на составляющие аспекты и затем переборе всех возможных вариантов сочетаний этих аспектов.
Генрих Альтшуллер		Группа людей собирается вместе, чтобы свободно и без критики выдвигать идеи на определенную тему или задачу. Суть метода заключается в стимулировании свободного мышления и поощрении нестандартных подходов
Фриц Цвикки		Основан на анализе и систематизации множества изобретений и патентов, позволяя выявить общие закономерности и принципы, которые могут быть применены для решения разнообразных технических и не только задач.

14. Выберите правильную последовательность этапов метода «фокальных объектов».

- а) Выбор объекта, разложение объекта, поиск аналогов, вариации, решение.
- б) Выбор объекта, разложение объекта, интуиция, решение.
- в) Выбор объекта, поиск аналогов, вариации, разложение объекта, решение.



г) Вариации, поиск аналогов, интуиция, выбор объекта, решение.

15. Допишите пропущенное и дайте краткое описание каждого пункта метода «SCAMPER».

S - Substitute  
( ) \_\_\_\_\_

C - Combine  
( ) \_\_\_\_\_

A - Adapt  
( ) \_\_\_\_\_

M - Modify  
( ) \_\_\_\_\_

P - Put to another use  
( ) \_\_\_\_\_

E - Eliminate  
( ) \_\_\_\_\_

R - Reverse  
( ) \_\_\_\_\_

### Ключ

1А, 2Г, 3Г, 4В, 5А

Ответы на 6 вопрос

А)Метод фокальных объектов	А)Поиск новых идей и решений путем анализа структуры и свойств различных объектов и их компонентов, с последующим присоединением свойств к исходному
Б)Метод синектики	В)Представляет собой набор приемов и вопросов, которые могут быть использованы для стимулирования творческого мышления и генерации новых идей при решении задач
В)SCAMPER	Б)Генерация новых идей и решений путем комбинирования элементов из разных предметных областей или сфер знаний (случайных ассоциаций). Суть метода заключается в том, чтобы применять принцип ассоциации и сочетания идей, явлений или объектов, которые на первый взгляд не имеют никакой связи друг с другом.

7В, 8Б, 9Б, 10Г, 11Б, 12Б

Ответы на 13 вопрос

А)Эдвард де Боно	В)Основан на разбиении задачи на составляющие аспекты и затем переборе всех возможных вариантов сочетаний этих аспектов.
Б)Генрих Альтшуллер	А)Группа людей собирается вместе, чтобы свободно и без критики выдвигать идеи на определенную тему или задачу по ролям. Суть метода заключается в стимулировании свободного мышления и поощрении нестандартных подходов

В)Фриц Цвикки	Б)Основан на анализе и систематизации множества изобретений и патентов, позволяя выявить общие закономерности и принципы, которые могут быть применены для решения разнообразных технических и не только задач.
---------------	---

14А

Ответы на 15 вопрос

Замещение

Комбинирование

Адаптация

Модификация

Предложение другого применения

Устранение или сведение к минимуму

Изменение порядка

### **Обработка и интерпретация результатов**

1 правильный ответ на вопрос = 1 баллу

Если вопрос содержит несколько правильных ответов, то его решение будет засчитано только тогда, когда будут выбраны все правильные варианты ответа:

Вопросы на сопоставление и 15ый вопрос

### **Оценка результатов**

Низкий уровень 1-5 баллов

Средний уровень 6-10 баллов

Высокий уровень 11-15 баллов

**Сводный протокол полученных данных в экспериментальной группе на констатирующем этапе исследования**

№ испыт.	Тест по 3D	Тест Андреева	Тест проектн.	Тест Беннета	Тест Торренса	Тест Якиманской	Тест методы
1	2	23	4	14	31	26	3
2	3	19	4	18	42	18	5
3	6	29	5	11	30	20	2
4	11	44	12	22	65	46	6
5	1	39	7	8	33	16	3
6	4	32	3	11	36	45	3
7	5	25	2	17	35	30	7
8	3	39	5	11	34	11	8
9	2	28	6	10	34	23	4
10	4	33	4	9	33	19	5
11	5	20	7	15	61	43	1
12	4	26	5	14	48	24	5
13	12	34	3	9	36	46	7
14	6	18	4	11	35	16	4
15	8	28	6	16	42	26	4
16	5	23	4	12	34	10	2
17	1	40	7	15	33	25	2
18	5	19	5	7	31	14	5
19	2	43	3	11	38	23	8
20	3	36	6	8	34	18	3
21	2	22	6	8	36	18	2
22	5	19	4	13	38	33	5
23	3	33	7	7	33	17	6
24	7	18	5	25	35	28	7
25	9	34	3	6	35	19	2
26	4	29	8	15	36	43	4
27	2	33	6	12	56	12	2
28	8	23	4	8	49	12	3
29	9	18	7	8	62	24	6
30	1	37	4	11	59	22	3
31	6	26	7	12	47	18	5
32	7	39	6	15	48	36	8
33	2	20	5	7	37	12	4
34	2	18	4	9	34	15	2
35	5	23	8	12	43	10	2
36	1	33	5	13	39	32	6
37	4	21	6	10	45	20	5
38	5	23	5	14	54	25	5
39	6	19	4	11	66	18	7
40	10	46	12	20	63	45	8
41	3	26	8	12	42	16	3
42	2	22	7	7	48	11	4
43	1	33	3	14	55	44	1
44	7	18	5	6	51	14	9
45	2	29	4	5	44	10	2
46	3	35	4	12	48	19	3
47	5	25	4	18	45	22	5
48	2	35	6	10	59	15	6
49	2	18	5	12	40	14	5
50	3	37	4	16	60	43	6

51	4	35	3	9	32	17	5
52	3	25	5	6	38	17	4
53	5	33	3	8	32	13	5
54	2	34	6	17	47	28	5
55	9	32	11	16	53	43	11
56	3	22	4	13	44	23	5
57	4	40	11	21	68	47	7
58	5	32	3	10	34	28	3
59	4	36	3	12	39	12	11
60	9	43	12	19	59	48	7
Среднее	4,467	29,033	5,483	12,133	43,633	24,03	4,767
Ср. откл	2,677	7,957	2,361	4,316	10,675	11,57	2,28

**Сводный протокол полученных данных в контрольной группе на констатирующем этапе исследования**

№ испыт.	Тест по 3D	Тест Андреева	Тест проектн.	Тест Беннета	Тест Торренса	Тест Якиманской	Тест методы
61	4	35	5	7	32	22	1
62	2	20	4	5	45	15	2
63	5	28	7	14	42	26	3
64	8	22	8	16	43	18	6
65	3	39	4	8	41	34	3
66	10	43	11	20	62	45	11
67	2	25	5	10	36	37	1
68	6	36	3	6	32	15	3
69	3	32	8	5	34	17	3
70	8	26	6	13	46	19	6
71	1	18	7	11	40	43	4
72	8	19	1	10	44	19	7
73	6	30	5	12	32	24	4
74	12	37	10	19	59	39	9
75	11	41	11	18	35	44	11
76	4	21	6	4	37	12	1
77	3	36	8	5	32	11	3
78	5	23	2	6	32	19	2
79	3	35	7	13	43	25	3
80	3	23	4	7	33	18	3
81	2	26	5	11	35	24	2
82	1	19	1	5	39	15	1
83	12	33	9	16	62	46	11
84	5	39	8	17	46	17	5
85	6	35	7	14	48	36	9
86	5	24	2	12	34	30	2
87	5	21	4	14	55	24	3
88	9	29	3	8	32	28	8
89	4	36	5	9	38	18	4
90	6	23	6	11	36	14	6
91	3	28	7	17	53	19	3
92	2	18	1	9	33	27	2
93	8	42	12	18	65	16	7
94	3	33	4	12	42	29	3
95	5	26	8	15	38	24	3
96	4	24	2	6	36	16	4
97	2	35	6	7	31	17	6
98	3	19	3	10	50	45	2
99	2	32	7	15	33	16	6
100	4	23	4	10	34	18	4

101	5	20	3	12	35	12	5
102	2	25	5	13	48	45	2
103	4	18	6	6	36	16	3
104	5	32	8	5	35	15	5
105	3	28	7	7	32	19	3
106	4	35	2	4	32	22	4
107	2	36	4	6	36	26	2
108	3	26	3	5	32	17	7
109	1	34	5	6	35	11	1
110	2	30	6	8	31	18	3
111	4	33	5	14	54	12	2
112	1	25	1	17	42	43	1
113	2	38	5	12	38	14	5
114	1	34	4	6	44	19	4
115	7	44	11	20	36	48	8
116	3	19	2	10	33	17	3
117	4	41	12	19	61	46	5
118	3	32	3	14	63	43	6
119	5	27	5	12	38	14	3
120	2	27	2	8	34	28	8
Среднее	4,35	29,3	5,417	10,817	40,583	24,43	4,283
Ср. откл	2,699	7,273	2,836	4,586	9,394	11,14	2,611

**Сравнительные таблицы t-критерия Стьюдента в экспериментальной и контрольной группе на констатирующем этапе исследования**

Тест по 3D		
	ЭГ До	КГ До
Среднее	4,467	4,35
Дисперсия	7,168	7,282
tэмп.	0,237	
ткр.	1,658	

Тест Андреева		
	ЭГ До	КГ До
Среднее	29,033	29,3
Дисперсия	63,321	52,891
tэмп.	0,192	
ткр.	1,658	

Тест проектн.		
	ЭГ До	КГ До
Среднее	5,483	5,417
Дисперсия	5,576	8,043
tэмп.	0,14	
ткр.	1,658	

Тест Беннета		
	ЭГ До	КГ До
Среднее	12,133	10,817
Дисперсия	18,626	21,033
tэмп.	1,619	
ткр.	1,658	

Тест Торренса		
	ЭГ До	КГ До
Среднее	43,633	40,583

Дисперсия	113,96	88,247
tэмп.	1,661	
ткр.	1,658	

	Тест Якиманской	
	ЭГ До	КГ До
Среднее	24,033	24,433
Дисперсия	133,965	124,08
tэмп.	0,193	
ткр.	1,658	

	Тест методы	
	ЭГ До	КГ До
Среднее	4,767	4,283
Дисперсия	5,199	6,817
tэмп.	1,08	
ткр.	1,658	

**Сводный протокол полученных данных в экспериментальной группе на контрольном этапе исследования**

№ испгт.	Тест по 3D	Тест Андреева	Тест проектн.	Тест Беннета	Тест Торренса	Тест Якиманской	Тест методы
1	9	36	6	20	46	39	6
2	12	24	11	21	72	22	8
3	11	33	11	18	39	37	9
4	15	51	15	23	73	54	12
5	4	45	11	16	44	40	5
6	12	43	4	14	47	53	10
7	11	36	7	18	68	47	11
8	11	39	12	17	44	20	6
9	5	30	8	21	68	31	6
10	11	33	13	14	54	25	6
11	13	45	12	22	63	52	7
12	12	29	8	23	69	43	7
13	15	34	12	15	59	54	14
14	11	42	9	15	49	23	7
15	13	30	9	22	44	44	9
16	10	43	6	18	45	20	6
17	5	46	13	23	34	32	5
18	10	47	8	14	45	21	8
19	11	43	11	20	57	30	13
20	10	40	8	12	39	27	10
21	5	28	15	17	48	24	5
22	11	46	10	19	58	48	10
23	12	51	9	12	38	25	9
24	14	18	13	25	66	37	11
25	13	34	5	15	39	46	11
26	13	29	12	21	48	48	10
27	7	33	15	19	63	50	9
28	11	23	5	15	65	18	10
29	13	48	15	12	71	31	12
30	9	37	13	16	60	33	12
31	12	27	10	18	55	26	9
32	12	39	12	20	70	45	12
33	10	24	12	11	38	19	10
34	9	41	6	17	45	27	9

35	13	29	11	12	66	17	12
36	5	33	14	20	63	51	11
37	11	46	14	12	46	28	6
38	9	29	15	14	55	34	8
39	12	45	8	19	68	26	12
40	13	53	14	22	65	58	10
41	8	45	12	19	53	30	9
42	11	41	8	21	62	17	6
43	7	44	5	20	56	52	4
44	14	43	15	14	65	28	15
45	8	48	5	13	45	23	7
46	12	37	5	14	49	27	13
47	10	48	13	20	56	48	6
48	9	40	14	21	73	44	9
49	10	44	6	16	46	45	9
50	11	39	12	23	68	51	11
51	9	37	10	16	34	43	8
52	10	35	11	17	74	25	6
53	12	46	15	25	37	20	12
54	11	35	13	18	48	36	7
55	11	42	15	18	58	52	13
56	9	41	5	20	53	37	6
57	11	49	13	14	78	56	8
58	12	41	5	10	65	36	4
59	12	39	12	12	62	49	12
60	14	50	14	23	76	56	11
Среднее	10,6	38,767	10,5	17,6	55,733	36,33	8,983
Ср. откл	2,492	7,95	3,397	3,819	11,96	12,32	2,684

**Сводный протокол полученных данных в контрольной группе на контрольном этапе исследования**

№ испыт.	Тест по 3D	Тест Андреева	Тест проектн.	Тест Беннета	Тест Торренса	Тест Якиманской	Тест методы
61	9	45	6	12	36	25	6
62	5	33	4	10	51	19	5
63	10	32	12	18	46	29	3
64	14	28	9	20	58	21	6
65	8	50	5	12	45	37	4
66	13	43	11	23	67	50	11
67	7	39	5	16	40	41	2
68	11	35	3	12	37	18	5
69	8	32	6	9	38	21	4
70	12	26	6	19	51	23	7
71	6	29	7	21	44	47	6
72	11	25	3	13	48	23	8
73	8	45	5	18	37	38	4
74	15	47	12	20	60	41	9
75	14	41	11	23	36	48	12
76	9	30	6	10	39	16	3
77	8	36	8	9	33	14	5
78	4	23	2	12	36	23	3
79	8	35	8	18	48	28	3
80	5	26	4	11	36	21	7
81	7	36	5	20	38	26	3
82	6	19	2	11	43	19	3
83	11	33	9	18	66	50	13
84	6	39	8	21	51	20	4

85	12	35	7	17	53	40	9
86	5	22	4	16	38	34	4
87	6	25	4	15	60	28	5
88	9	27	5	11	37	32	8
89	12	36	5	11	39	21	5
90	11	25	6	10	43	18	6
91	5	28	7	18	58	22	2
92	6	18	3	14	38	31	3
93	12	42	11	23	70	21	7
94	6	34	4	18	46	33	3
95	5	28	8	14	42	27	5
96	6	30	2	9	38	19	4
97	4	35	6	12	35	21	5
98	8	22	3	11	54	49	3
99	7	36	6	17	38	20	7
100	9	28	4	13	38	21	4
101	11	32	2	16	37	26	5
102	5	30	5	17	53	49	4
103	9	26	6	11	39	19	4
104	3	34	8	8	41	19	5
105	13	27	7	12	39	20	3
106	9	35	2	8	37	26	5
107	7	36	4	10	41	30	2
108	8	28	3	12	37	21	12
109	6	35	5	10	40	14	4
110	7	43	6	11	35	19	5
111	5	39	5	15	45	16	7
112	6	45	3	19	49	47	3
113	7	38	4	11	43	18	4
114	6	34	5	10	54	21	4
115	11	51	10	25	47	52	11
116	8	33	2	12	49	19	6
117	9	49	11	21	65	50	7
118	4	32	3	15	68	47	6
119	12	51	6	16	63	18	5
120	7	37	3	14	40	32	9
Среднее	8,183	33,883	5,7	14,633	45,55	28,3	5,45
Ср. откл	2,902	7,904	2,714	4,388	9,825	11,33	2,607

**Сравнительные таблицы t-критерия Стьюдента в экспериментальной и контрольной группе на контрольном этапе исследования**

Тест по 3D		
	ЭГ После	КГ После
Среднее	10,6	8,183
Дисперсия	6,21	8,423
t <sub>эмп.</sub>	<b>4,893</b>	
t <sub>кр.</sub>	1,658	

Тест Андреева		
	ЭГ После	КГ После
Среднее	38,767	33,883
Дисперсия	63,199	62,478
t <sub>эмп.</sub>	<b>3,374</b>	
t <sub>кр.</sub>	1,658	

Тест проектн.		
---------------	--	--



	ЭГ После	КГ После
Среднее	10,5	5,7
Дисперсия	11,542	7,366
тэмп.	<b>8,55</b>	
ткр.	1,658	

Тест Беннета		
	ЭГ После	КГ После
Среднее	17,6	14,633
Дисперсия	14,583	19,253
тэмп.	<b>3,95</b>	
ткр.	1,658	

Тест Торренса		
	ЭГ После	КГ После
Среднее	55,73	45,55
Дисперсия	142,98	96,523
тэмп.	<b>5,097</b>	
ткр.	1,658	

Тест Якиманской		
	ЭГ После	КГ После
Среднее	36,33	28,3
Дисперсия	151,819	128,315
тэмп.	<b>3,718</b>	
ткр.	1,658	

Тест методы		
	ЭГ После	КГ После
Среднее	8,983	5,45
Дисперсия	7,203	6,794
тэмп.	<b>7,315</b>	
ткр.	1,658	

**Образовательная программа дополнительного образования  
«Основы 3D-моделирования и компьютерной графики»**

***Направленность: техническая***

Возраст обучающихся: 8-12 лет

Срок реализации: 1 год

**Составил:**  
Кубеков Р. Р.  
Преподаватель по 3D-моделированию

г. Казань 2020г

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Реализация программы курса по 3D-моделированию и компьютерной графике в ЧОУ «Андромеда»

Центр будущих компетенций для школьников поддержан Агентством стратегических инициатив. Осуществляет образовательную деятельность в сфере дополнительного образования.

На базе центра «Андромеда» обеспечивается реализация образовательных программ технической направленности, разработанных в соответствии с требованиями законодательства в сфере образования.

Цель деятельности центра - популяризация научно-технического творчества и технологического предпринимательства среди родителей и детей от 7 до 17.

Направления, представленные в центре, отвечают вызовам развития современного общества и будущих профессиональных компетенций:

- мобильная робототехника,
- логика и программирование,
- нейротехнологии,
- прототипирование,
- пилотирование квадрокоптеров,
- интернет вещей,
- 3D-моделирование и инженерный дизайн.

Проекты, представленные в центре, способствуют:

- формированию способностей у обучающихся к техническому творчеству, инженерного мышления, усидчивости, внимательности;
- ранней профессиональной ориентации;
- осознанному выбору будущей профессии или хобби;
- поиску новых друзей и единомышленников;
- выработке ЗУНов работы в команде, проектной деятельности,
- улучшению успеваемости в школе и расширению кругозора.

Центр расположен в Казани по ул. Чистопольской 20А.

*Реализация ОП в «Андромеда» стала возможной благодаря следующим условиям:*

- наличие необходимого материально-технического обеспечения, обеспечивающего эффективное внедрение ОП в образовательную практику в данном учреждении;
- наличие и возможности по привлечению педагогических кадров, способных преподавать планируемые дисциплины и темы;
- наличие специально оборудованных учебных аудиторий.

*Учебные аудитории «Андромеда», подготовленные для проведения занятий*

Оборудованы современной техникой и необходимой мебелью, предметами интерьера:

- Рабочие столы (минимум 15 на аудиторию), стулья (минимум 15 на аудиторию), флип-чарты (минимум 1 на аудиторию), доски (минимум 1 на аудиторию), маркеры (минимум 2 набора на аудиторию).

*Оборудование, применяемое во время проведения занятий:*

- МФУ, проекторы (минимум 1 на аудиторию), телевизор (диагональю минимум 50 дюймов на 1 аудиторию), удлинители (минимум 10 на аудиторию), розетки минимум (10 на аудиторию).

- ноутбуки (производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark <http://www.cpubenchmark.net/>): не менее 8000 ед.), Объем оперативной памяти: не менее 4 Гб. Объем накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб. (минимум 15 на аудиторию).

*ПО, применяемое во время проведения занятий:*

- Power Point, Blender, Unity, Zbrush.

**Программа направлена** на педагогическую поддержку и развитие детского технического творчества обучающихся в освоении сферы 3D-моделирования и компьютерной графики. Она ориентирована на обучающихся, которые проявляют интерес, склонности и способности в области дизайна, моделирования, игропроизводства, компьютерной графики.

Программа рассчитана на 1 год обучения, разделенного на два семестра по четыре месяца.

В ходе освоения программы решаются задачи по созданию творческих проектов, связанных с реализацией 3D-моделей с помощью специализированного программного обеспечения: Blender, Unity, Zbrush.

Освоение данного направления позволяет решить проблемы, связанные с недостаточным уровнем развития способностей к техническому творчеству у обучающихся, которые обеспечиваются практико-ориентированной образовательной деятельностью педагога и обучающихся, а также преобладанием образно-визуального восприятия в ходе познавательной деятельности и получения информации.

Деятельность по моделированию способствует воспитанию активности школьников в обучении и тягу к самостоятельной исследовательской и познавательной деятельности.

Педагогическая поддержка и развитие детского технического творчества соответствуют актуальным и перспективным потребностям личности, а также стратегическим национальным приоритетам Российской Федерации.

Основой для проектирования ОП выступили следующие нормативные документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Концепция развития дополнительного образования детей, Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р;

- Распоряжение правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»;

- Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 02.07.2013).

- Указ Президента РФ от 1 июня 2012 года № 761 «Национальная стратегия действий в интересах детей на 2012–2017 годы».

- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) Письмо Министерства образования и науки России от 18 ноября 2015 года № 09–3242;

- Нормативно-правовая база образовательной программы системы внеурочной деятельности. ФГОС НОО.

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (от 29.08.2013г.).

- СанПин 2.4.4.3172–14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

**Актуальность** настоящей образовательной программы состоит в том, что она направлена на овладение обучающимися современными компетенциями в области технического творчества, компьютерной трехмерной графики, конструирования, проектирования и технологий на основе методов активизации творческого воображения. Способствует развитию конструкторских, изобретательских, научно-технических компетентностей и ориентирует обучающихся детей и подростков на осознанный выбор необходимых обществу профессий: 3D-дизайнер, инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик и т. д.

3D графика – одно из самых актуальных и популярных направлений применения возможностей современных технологий (персонального компьютера и ПО). Этой сферой занимаются не только профессиональные художники, инженеры и дизайнеры, но и любители. Она интересна как в качестве хобби, а также сферы – способной ориентировать детей и

подростков на получение дополнительных профессиональных и общеразвивающих знаний в области компьютерной графики, моделирования и проектирования. А также способствует ориентации детей и подростков на будущие рабочие специальности.

**Новизна** данной программы заключается во взаимообусловленном применении и интеграции преимуществ обучения 3D-моделированию, проектного подхода и методов решения творческих задач в единой образовательной среде и образовательной программе.

Освоение программы «Основы 3D-моделирования и компьютерной графики» способствует приобретению обучающимися глубоких технических знаний, ценных практических умений и навыков. Способствует развитию культуры труда, дисциплинированности, умению работать в коллективе. Знания, полученные при изучении программы, могут быть применены обучающимися для создания современных моделей, проектов, разработок в различных предметных областях, таких как математика, физика, химия, биология, инженерия, игропроизводство и др. Трехмерное моделирование также служит основой для изучения систем виртуальной реальности – одной из самых современных технологий, получивших массовое распространение в последние 2-3 года.

## ЦЕЛЕВОЙ РАЗДЕЛ

**Методологическая основа** программы базируется на системно-деятельностном, компетентностном и личностно-ориентированном подходах в обучении. Они направлены на формирование у обучающихся компетенций и компетентности в области технического творчества, получении практического опыта работы в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики, профессиональной ориентации и подготовки, формировании портфолио проектов, эффективного использования учебных занятий для развития технических способностей обучающихся, их интересов к техническому творчеству, профессиональному самоопределению.

**Основной целью программы** является развитие у обучающихся способностей к техническому творчеству в ходе освоения образовательной программы по 3D-моделированию и компьютерной графике в учреждении дополнительного образования.

### **Задачи программы:**

- развить способности к техническому творчеству через формирование и развитие творческих и технических способностей, творческого и технического мышления обучающихся в ходе проектной деятельности, реализуемой во взаимодействии с техникой, оборудованием и специальным ПО (по созданию трехмерной графики);
- развить основные компетенций в области 3D-моделирования, технического творчества и проектной деятельности у обучающихся (проектной деятельности, командному взаимодействию, навыки планирования, поиска и обработки информации, презентации и защиты проектов);
- раскрыть творческий потенциал обучающихся в результате обеспечения индивидуального подхода в процессе обучения и постоянной педагогической поддержки;
- обеспечить профессионального самоопределения обучающихся;
- развить навыки реализации активной, самоорганизованной познавательной и созидательной деятельности детей в ходе работы над проектами и решением творческих задач;
- сформировать у обучающихся необходимые и достаточные знания в сфере 3D-моделирования для их дальнейшего самообразования и саморазвития в данной отрасли в качестве профессионала;
- научить применять методы генерации идей и решения творческих задач;
- дать начальную профессиональную подготовку;
- сформировать стартовое портфолио проектов.

**Достижение цели** осуществляется путем обеспечения определенных педагогических условий, которые включают в себя: учебный план и методику обучения, подготовленные учебные аудитории для проведения занятий, специальное оборудование, программное обеспечение, оценочные материалы, награды за активность, сертификаты об окончании.

**Планируемые результаты освоения программы**, включают в себя:

- *личностные результаты* (формирование ответственного подхода к образовательной и познавательной деятельности, способностей к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к созидательной деятельности; формирование целостной картины мира, которая соответствует современному уровню развития науки и техники, технологий, общественных норм и порядков; развитие осознанного, ответственного отношения к своим действиям и поступкам; формирование коммуникативной компетентности в процессе исследовательской и созидательной деятельности);

- *метапредметные результаты* (умение планировать свою деятельность, определять учебные цели и задачи; умение поиска и определения средств достижения цели; умение контролировать ход выполнения задач и проводить оценку эффективности, определять проблемы в освоении материала; умение прогнозировать свою деятельность; умение корректировать свою деятельность, при необходимости; умение поиска и обработки информации; анализ и генерация идей; умение взаимодействовать с коллективом, осуществлять командную работу; умение выходить из спорных ситуаций, аргументированно отстаивать свою точку зрения, правильно формулировать вопросы, слушать и воспринимать точку зрения других обучающихся; умение сотрудничать с педагогом и другими обучающимися в ходе обучения; умение организовать свое рабочее пространство; умение соотносить результаты своей деятельности с образцом, который предложил педагог как эталон);

- *предметные результаты* (умение применять специальную терминологию по теме 3D-моделирования, компьютерной графики, проектного подхода и методов решения творческих задач; умение осуществлять взаимодействие со специализированным программным обеспечением по созданию трехмерной графики; умение работать с необходимым оборудованием и техникой; умение искать и систематизировать большое количество информации, взаимодействовать с открытыми источниками данных и специализированных ресурсов по тематике 3D-моделирования, дизайна и компьютерной графики; умение создавать и преобразовывать трехмерные графические объекты; умение взаимодействовать со специализированными платформами, для реализации и контроля проектной деятельности; умение применять специальные платформы для осуществления взаимодействия между педагогом и обучающимися).

**Система диагностики и оценки результатов** включает в себя:

- Тестовые материалы: тестирование по основам 3D-моделирования и компьютерной графики; тестирование на технические способности; тестирование на пространственное мышление; тестирование на творческое мышление и творческие способности; тестирование на способности к саморазвитию и самообразованию; тестирование на знание методов решения творческих задач.

- Индивидуальные интерактивные дневники;

- Набор наклеек разного уровня (хорошо, отлично) и формата рисунков;

- Материальные награды, выдаваемые за успешное выполнение задания, успешную защиту проекта, самостоятельное изучение материала. К таким наградам относятся (сладости, орехи, медали, сертификаты об окончании, брендовая кепка от ЧОУ, брендовая футболка от ЧОУ).

**Диагностическое тестирование** проводится в начале учебного года и в конце. Результаты сравниваются друг с другом – таким образом определяется общий прогресс группы, а также индивидуальный. Даются рекомендации к дальнейшему самообразованию и саморазвитию.

Результат выполнения практического задания подлежит устной оценке педагога по шкале: отлично, хорошо, достаточно хорошо – после чего выдается совет по улучшению работы. В ходе обучения, за каждое выполненное домашнее задание учащимся выдается одна наклейка:

- за каждые пять наклеек учащимся выдается случайным образом награда, которая заранее им неизвестна, в виде (шоколадки, либо орехов);

- за проявление самостоятельности в изучении материала и дополнение занятия новой информацией, выдается наклейка уровня (отлично). Информация должна оказаться

действительно полезной, а ее актуальность определяет субъективно педагог и принимает решение о выдаче награды.

**По результатам освоения программы** обучающиеся презентуют свои проекты:

- презентация проекта должна содержать как минимум три основных составляющих (введение – описание проекта, причины выбора, цели, задачи; содержательную часть – ход выполнения работы по этапам, сроки выполнения, трудности, описание того, что было интересно; заключительную часть – короткий видео-ролик, инфо-графика с описанием результата, описание дальнейших путей по самообразованию, самосовершенствованию, улучшению проекта, дальнейшим планам работы и учебы по направлению).

## СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Краткое описание практической и проектной деятельности обучающихся:

- первый семестр предполагает знакомство учащихся с 3D-графикой, ее особенностями и понятийным аппаратом, выполнение практических заданий, домашней работы, самостоятельного изучения материала для выполнения заданий, а также создание собственного проекта в программе Blender и Unity;

- второй семестр рассчитан на учащихся, прошедших программу первого семестра. Цель второго семестра заключается в развитии углубленных навыков работы с программой Unity и Zbrush, а также разработку собственных проектов.

На протяжении всех этапов прохождения образовательной программы, обучающиеся получают знания и навыки о методе проектной деятельности, командной работы, работы с техническим оборудованием, информационно-коммуникационными технологиями, программным обеспечением – необходимыми для реализации проектных целей и задач.

Компетентностный подход является основным в образовательной программе и предполагает формирование у обучающихся специализированной системы знаний, умений и навыков (ЗУНов), где к основным из них относятся:

- знание сферы 3D-моделирования и компьютерной графики;

- умение работать с оборудованием (компьютеры, ноутбуки, проекторы и т. п.), программным обеспечением (Blender, Zbrush, Unity, Microsoft PowerPoint), платформами учебного взаимодействия (Telegram, WhatsApp, Xmind, Trello, Zoom), платформами хранения данных (Яндекс Диск, Google Drive), базами готовых решений и поиска идей (Sketchfab, 3ddd, Open3dmodel, Artstation, Pinterest, Unity Asset Store, Mixamo);

- навыки технического творчества;

- навыки проектной деятельности.

Формирование перечисленных ЗУНов происходит путем последовательного прохождения курса программы, где на каждом занятии проводится объяснение материала, дискуссии, планирование работы, самостоятельная работа обучающихся, оценка результатов, выдача домашних заданий и последующая презентация своих результатов выполнения заданий.

а) формирование знаний в сфере 3D-моделирования и компьютерной графики обеспечено программой курса, содержащей теоретическую, практическую составляющие и перечень домашнего задания, материалов для самостоятельного изучения. Подробная программа курса представлена в приложении 4 настоящей диссертационной работы;

б) умения работать с оборудованием и программным обеспечением формируются путем прямого взаимодействия педагога и обучающихся – презентации примера использования, объяснения предназначения программ и их функциональных возможностей.

в) навыки технического творчества формируются в результате отдельного объяснения и изучения методов решения творческих задач, а также практической их реализации в проектной деятельности.

г) навыки проектной деятельности формируются в результате отдельного объяснения и изучения процесса проектирования и его основных этапов, осуществления индивидуальной и групповой практической проектной деятельности.

**Формы организации учебных занятий** относятся:

- индивидуальная и групповая проектная работа;
- проектная деятельность;
- самостоятельная работа, работа в группах;
- практические работы;
- интерактивные формы (мозговой штурм, дискуссии и т. д.);

**Методы обучения** относятся:

- *практические* (выполнение практических заданий различного уровня сложности; решение проблемных ситуаций и разбор кейсов);
- *словесные* (рассказ-выступление, беседа, индивидуальные и групповые собеседования, инструктаж);
- *наглядные* (применение технических средств для обеспечения наглядной демонстрации процесса создания объектов - презентация, просмотр видео-материалов, просмотр информации из открытых источников данных).

Программа предусматривает:

- создание обучающимися собственного портфолио, которое включает не только достижения учащихся, награды, сертификаты, оценочную составляющую, но и реализованные проекты;
- решение ими творческих заданий, в сфере 3D-моделирования, в ходе которых обучающийся должен собирать и обрабатывать информацию, получать основные и дополнительные знания, проводить собственный анализ, генерировать новые идеи и создавать новые продукты деятельности;
- систематизацию полученного нового знания, учебного материала, дискуссии, выводы в конце каждого занятия;
- работу над ошибками, анализ работы одноклассников, помощь в поиске информации и генерации идей, дополнение результатов работы одноклассников;
- поиск и определение соответствий, общих признаков, формирование целей групповой работы и проекта;
- выступления с докладом-презентацией перед аудиторией, обсуждение хода решения тех или иных вопросов по реализации проекта, оценка потенциала совершенствования работы.

**Методы развития творческих способностей:**

- Метод активации поиска;
- Ступенчатое конструирование;
- Мозговой штурм;
- Метод ассоциаций;
- Морфологический анализ, метод контрольных вопросов, метод технических противоречий;
- SCAMPER;
- Метод проб и ошибок.

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

**Форма обучения:** очная.

Образовательная программа составлена для организации процесса обучения обучающихся детей и подростков от 8 до 12 лет во внеурочное время.

**Объем программы:** 2 семестра по 4 месяца. Всего 32 занятия. Всего 48 учебных часов в год.

**Срок освоения:** 1 год

**Режим занятий:** 1 раз в неделю. Продолжительность занятий – 1,5 часа.



### Темы программы по 3D-моделированию

Название темы	Описание
Основы 3D-моделирования	Ознакомление учащихся с основами 3D-моделирования (для создания трехмерных объектов с помощью компьютерных программ).
Проектирование и проектная деятельность	Формирование понимания у учащихся о том, как применять основы проектной деятельности для 3D-моделирования и создания проекта в сфере компьютерной графики. Позволяет ученикам развить навыки и умения, основанные на поэтапном проектировании, для создания объектов компьютерной графики.
Техническое творчество	Формирование знаний, умений и навыков в области решения творческих задач, связанных с 3D-моделированием. Для разработки и создания творческих технических решений, оригинальных проектов.
Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности	Погружение в сферу разработки игр и виртуальной реальности. Изучение инструментов и техник, получение умений, знаний и навыков, необходимых для создания игр в Unity, проектирования виртуальных миров.
Продвинутое 3D-моделирование	Продолжение основ 3D-моделирования, для тех, кто уже владеет базовыми знаниями, умениями и навыками в 3D-моделировании, проектной и творческой деятельности. В рамках этой темы учащиеся изучают продвинутые техники моделирования, рендеринга, анимации и другие инструменты, необходимые для создания высококачественных 3D-моделей.

### Количество учебных часов по темам на первый семестр

Область изучения	Количество часов				Форма контроля
	Лекция и презентация	Практика	Дискуссии и планирование	Домашняя работа	
Основы 3D-моделирования	1ч	16ч	4ч	8ч	Проверка домашних заданий  4 ч
Проектирование и проектная деятельность	1ч				
Техническое творчество	1ч				
Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности	1ч				

### Количество учебных часов по темам на второй семестр

Область изучения	Количество часов				Форма контроля
	Лекция и презентация	Практика	Дискуссии и планирование	Домашняя работа	Проверка домашних заданий
Продвинутое 3D-моделирование	1,5ч	16ч	4ч	8ч	4ч
Проектирование и проектная деятельность	0,5ч				
Техническое творчество	1,5ч				
Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности	0,5ч				

### Календарный график проведения занятий

№	Наименование занятия	Наименование темы	Время проведения	
			Суббота	Воскресенье
1	Знакомство с основами 3D-моделирования и компьютерной графики	Основы 3D-моделирования	С 9:00 до 10:30 С 11:00 до 12:30	С 9:00 до 10:30 С 11:00 до 12:30
2	Этапы создания проекта и работы с информацией (планирование)	Проектная деятельность	С 13:00 до 14:30	С 13:00 до 14:30
3	Скульптинг и моделирование в Blender	Основы 3D-моделирования	С 16:00 до 17:30	С 16:00 до 17:30
4	Развертка и текстурирование, анимация и рендеринг	Основы 3D-моделирования	С 18:00 до 19:30	С 18:00 до 19:30
5	Знакомство с Unity, этапы создания проекта	Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности		
6	Методы решения творческих задач (основы) и планирование своего проекта	Техническое творчество		
7	Проектирование в Unity	Проектная деятельность		
8	Проектирование, физика, динамика, анимация и предметы в Unity	Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности		
9	Добавление физики и	Гейм-дизайн и		

	динамических объектов в Unity	разработка игр, виртуальной реальности		
10	Знакомство с процессом создания персонажей в Blender	Гейм-дизайн и разработка игр, виртуальной реальности		
11	Моделирование персонажа	Основы 3D-моделирования		
12	Моделирование аксессуаров	Основы 3D-моделирования		
13	Развертка и текстурирование в Blender	Основы 3D-моделирования		
14	Риггинг персонажа и анимация в Blender (Mixamo)	Основы 3D-моделирования		
15	Сбор сцены в проекте подготовка к презентации	Основы 3D-моделирования		
16	Сбор сцены в проекте и презентация	Основы 3D-моделирования		
17	Скульптинг и моделирование в Zbrush	Продвинутое 3D-моделирование		
18	Новые методы решения творческих задач в действии (генерация идей)	Техническое творчество		
19	Планирование своего проекта и портфолио	Проектирование и проектная деятельность		
20	Создание тематического окружения и предметов (моделирование)	Продвинутое 3D-моделирование		
21	Создание тематического окружения и предметов (развертка)	Продвинутое 3D-моделирование		
22	Создание тематического окружения и предметов (текстурирование)	Продвинутое 3D-моделирование		
23	Создание персонажа (скульптинг) в Zbrush или Blender	Продвинутое 3D-моделирование		
24	Создание персонажа (моделирование)	Продвинутое 3D-моделирование		
25	Создание персонажа (развертка)	Продвинутое 3D-моделирование		
26	Создание аксессуаров (моделирование, скульптинг)	Продвинутое 3D-моделирование		
27	Создание аксессуаров (развертка, текстурирование)	Продвинутое 3D-моделирование		
28	Соединение персонажа и аксессуаров (риггинг)	Продвинутое 3D-моделирование		

29	Анимация персонажа, аксессуаров и предметов	Продвинутое моделирование	3D-		
30	Добавление персонажа, предметов, аксессуаров и окружения в Unity, настройка физики	Продвинутое моделирование	3D-		
31	Завершение проекта, подготовка к презентации и защите	Продвинутое моделирование	3D-		
32	Защита проектов	Продвинутое моделирование	3D-		

## УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ (ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ)

**План самостоятельной работы** обучающихся включает в себя домашние задания, которые задаются в конце каждого занятия, а проверка выполняется преподавателем в виде презентации – вывода результата выполнения работы обучающихся с помощью проектора и обсуждение хода выполнения, а также проведение дискуссии между одногруппниками.

**Организационно-педагогические условия** включают в себя:

- материально-техническое обеспечение (специально оборудованные учебные аудитории для проведения занятий, оснащенные компьютерной техникой, не менее 1 ПК на каждого обучающегося, доступ в интернет, не менее 1 проектора на аудиторию с экраном, магнитно-маркерная доска, магнитно-маркерный флип-чарт, телевизор с диагональю 81 дюйм для презентации проектов и просмотра видео-роликов, индивидуальные столы и стулья с возможностью передвижения и организации рабочего пространства, фирменные блокноты и ручки, МФУ);

- программные продукты (Blender, Unity, Zbrush, Microsoft Power Point);

- платформы учебного взаимодействия и реализации проектной деятельности (Telegram, WhatsApp, Xmind, Kaiten/Trello, Microsoft Teams/Zoom);

- платформы хранения данных (Яндекс диск, Google Drive);

- базы готовых моделей и поиска идей (Sketchfab, 3ddd, Open3dmodel, Artstation, Pinterest, Unity Asset Store, Mixamo).

**Оценочные и методические материалы** включают в себя:

- индивидуальные дневники, ручки, записные книжки;

- материал для проведения тестирования на техническое, творческое мышление, знания основ проектной деятельности, 3D-моделирования и компьютерной графики, пространственное воображение, способности к самообразованию и саморазвитию (приложены отдельными файлами).

- тематика проектных работ, информационная и справочная литература, иллюстративный материал по темам (приложены отдельными файлами в поурочной программе курса).

**Кадровое обеспечение** включает в себя поиск и отбор педагогов, которыми выступают лица, имеющие высшее образование по «техническому» направлению. Имеют опыт или стремление к осуществлению педагогической деятельности, который будет сопровождаться внедрением образовательной программы в практику, постоянным саморазвитием и самообучением, инновационной деятельностью – направленной на усовершенствование педагогического процесса. Имеют теоретические, предпочтительнее – практические знания в области реализации педагогического процесса, образовательной деятельности. Происходит путем поиска и отбора кадров на сайтах: hh.ru, avito.ru.

### Материально-техническое обеспечение

Для успешной реализации программы необходимы: учебные аудитории, удовлетворяющие требованиям к образовательному процессу в учреждениях дополнительного

образования, ноутбуки, МФУ, интернет, интерактивная доска, флип-чарты, проектор, расходные материалы (ручки, записные книжки, маркеры, двухсторонний скотч, клей, ножницы, картон, бумага).

### **Информационное обеспечение**

<http://www.youtube.com> – открытые видео-уроки, доступные материалы

<http://www.render.ru> - сайт посвященный 3D-графике

<http://www.blender.org> – официальный адрес программы Blender

<https://unity.com/ru> – официальный адрес программы Unity

<https://www.maxon.net/en/zbrush> – официальный адрес программы Zbrush

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Методическая основа для разработки программы:

Гайсина С.В., Князева И.В. Методические рекомендации для педагогов дополнительного образования по изучению робототехники, 3D моделирования, прототипирования (на основе опыта образовательных учреждений дополнительного образования Санкт-Петербурга).

Грецкова С.А., Якушева Е.Л. Проектирование дополнительных общеразвивающих программ. Методические комментарии. Издание второе, переработанное. – СПб.: РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», 2022. – 40 с

**Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ и домашних заданий**

Цель данных методических рекомендаций: оказание поддержки обучающимся в выполнении самостоятельной практической и домашней работы, презентации проектов.

**Методические рекомендации по выполнению различных видов самостоятельной (практической) работы**

*Методические рекомендации по планированию проекта*

1. Внимательно подумайте над идеей проекта, применяя методы решения творческих задач. Уточните в справочной литературе непонятные вопросы, найдите вдохновение в открытых источниках по тематике. При записи и планировании не забудьте вынести полученные данные, чтобы в дальнейшем опираться на них в своей работе и не потерять в ходе реализации проекта;

2. Выделите главное, составьте план действий;

3. Кратко сформулируйте основные характеристики целевого результата, какие свойства и предназначение несет в себе тот или иной объект, явление, реализуемое в проекте и какой вклад оно должно принести в общие проектные цели и задачи;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам проектного планирования, четко и ясно представляя планируемые результат вашей работы и те задачи, которые необходимо решить в ходе его реализации.

*Методические рекомендации по составлению презентаций*

При создании презентации следует придерживаться:

1. Основных рекомендаций по структуре и дизайну презентации;

2. Правил шрифтового и стилового оформления;

Правило № 1: Структура презентации должна включать минимум три основных составляющих (введение – описание проекта, причины выбора, цели, задачи; содержательную часть – ход выполнения работы по этапам, сроки выполнения, трудности, описание того, что было интересно; заключительную часть – короткий видео-ролик, инфо-графика с описанием

результата, описание дальнейших путей по самообразованию, самосовершенствованию, улучшению проекта, дальнейшим планам работы и учебы по направлению).

. Картинки и видео должны быть крупными, четкими. Не стоит растягивать некачественное изображение на весь слайд. На одном слайде стоит отображать — не более трех картинок высокого качества, чтобы не рассеивать внимание зрителя. Изображение должно нести смысловую нагрузку, старайтесь дать описание каждой картинке (кратко подписать и устно раскрыть значение полностью).

Правило № 2. Не стоит перегружать презентацию текстом. Необходимо соблюдать лаконичность, логичность повествование и давать максимально сжатые тезисы на слайде. Оформление текста: размер букв должен быть таким, чтобы обучающиеся и преподаватель могли четко видеть то, что написано (соблюдение размера шрифта и контрастности текста, изображений и стиля оформления), текст не сливается с фоном. Анимация не должна перегружать презентацию. Презентация должна быть с одной стороны интересной, с другой стороны четкой, минималистичной и понятной. Используйте минимум анимационных эффектов, берите только самые простые. Смена слайдов должна быть плавной. Текст, изображения и анимация не должны наезжать друг на друга.

#### *Методические рекомендации по организации занятий и выполнению заданий*

Каждый обучающийся работает над своим собственным проектом, который будет частью общего проекта. Результат выполнения зависит от многих обстоятельств (скорость работы, понимание материала и т. д.), поэтому главное - обеспечить постоянную педагогическую поддержку обучающихся и консультации по возникшим вопросам.

Обучающиеся должны смело задавать интересующие вопросы и не бояться высказывать свое мнение как в ходе индивидуальной, так и групповой работы, дискуссий.

1. Домашняя работа обучающихся проводится самостоятельно и индивидуально во внеучебное время.

2. Домашняя работа требует работы с открытыми источниками информации, поэтому необходимо заранее дать не только задание, но и источники, с которыми должны взаимодействовать обучающиеся.

3. Проверка домашних заданий происходит путем передачи результата педагогу, который показывает результат работы всем обучающимся путем презентации с помощью ноутбука и проектора. Обучающиеся совместно с педагогом обсуждают решение, обучающийся кратко описывает ход выполнения, затем педагогом дается характеристика выполненного домашнего задания и рекомендации по улучшению результата.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Альба Р. ZBrush для начинающих / Р. Альба, М. Х. Аттаран, М. Ле Кесне и др.; пер. с англ. С. В. Черникова. - М.: ДМК Пресс, 2021. - 300 с.

2. Гейг М. Разработка игр на Unity 2018 за 24 часа / Майк Гейг; [перевод с английского М. А. Райтмана]. — Москва: Эксмо, 2020 - 464 с.

3. Прахов А. А. Самоучитель Blender 2.7. - СПб.: БХВ-Петербург, 2016. - 400 с.

4. Хэсс Ф. Практическое пособие. Blender 3.0 для любителей и профессионалов. Моделинг, анимация, VFX, видеомонтаж. - М.: СОЛОН-Пресс, 2022. - 300 с.

5. Шелл Д. Геймдизайн. - «Альпина Диджитал», 2019 - 640 с.

## Пример поурочной разбивки образовательной программы

### Пробное занятие

**Миссия:** познакомиться, заинтересовать обучающихся к прохождению ОП

**Цели:**

Познакомить обучающихся: с 3D-графикой (Презентация); с курсами (Обзор программы обучения, какие проекты реализуем); с Андромедой и сообществом; с программой Blender в формате (смотри и повторяй), привести примеры хороших работ по 3D-графике с Artstation.

Сделать первую модель

**Задачи:**

15 минут Презентация (в приложении)

Указать - как и где применяется 3D-графика, привести примеры применения по каждой из сфер и областей

Объяснить и донести:

- какие перспективы ее применения в будущем, каковы перспективы для детей
- что необходимо для эффективного и быстрого обучения 3D-моделированию
- что в Андромеде они смогут получить (замотивировать на изучение 3D-моделирования)
- примеры работ по 3D-моделированию и компьютерной графике применительно к курсам
- примеры работ детей, прошедших курсы
- что курсы есть для новичков, а также продвинутых
- что мы, в ходе обучения, развиваемся поэтапно и реализуем один большой (общий)

проект

- что у каждого будет собственный проект, который будет неотъемлемой частью общего  
1 час 15 минут

Начать делать первую модель (остров с маяком и домиком на воде в стилистике low-poly)  
Сначала воду, потом остров, потом маяк (то, что не успеваем – как домашнее задание)

**Результат**



Ссылка на tutorial:(<https://www.youtube.com/watch?v=YD4Mka36jpc>)

Сфотографировать результат – для показа родителям и на память

Сохранить файл на ноутбуке – для дальнейшей работы

Скинуть файл в общую папку на Яндекс диске

Добавить обучающегося в группу в WhatsApp/Telegram

## 1 занятие (Знакомство с основами 3D-моделирования и компьютерной графики)

### Миссия: Изучение нового материала

#### Цели:

Познакомить ребят с программой блендер в формате (что можно делать, примеры проектов/работ, детальное погружение в интерфейс)

Закончить первую модель с пробного занятия - добавление новых деталей, рендер, видео

#### Задачи:

10 минут

Указать какие проекты можно делать в Blender, где и как используются проекты

Погружение в интерфейс, управление, горячие клавиши (основы)

10 минут

Постановка задачи, дискуссия - что необходимо закончить для создания готовой композиции с пробного занятия (подведение к одному общему заданию)

60 минут

Моделирование композиции (завершение модели)

Покраска, подготовка к рендеру, рендер картинка

5 минут

Дать домашнее задание, указать на мотивацию (подготовку к большому проекту), раздать дневники и дать по ним информацию

#### Результат занятия



Закончить окружение с пробного занятия (дополнив его), сделать его рендер

Добавить на общий диск, выслать в группу общую

Отправить в группу родительскую несколько лучших работ для примера

#### Домашнее задание

Установить дома Blender, ознакомиться с сайтом Artstation

Создать индивидуальную папку на Яндекс Диске и добавить туда модель

Подумать над идеями проекта

Посмотреть видео-ролик по обучению рендеру видео (анимации)

<https://www.youtube.com/watch?v=KxSlZs0GOhg>

Сделать первое видео - круговая съемка модели острова

Принести видео на флешке, преподаватель сам посмотрит работу каждого при всех, с демонстрацией экрана (обсудить основные трудности с выполнением заданий)

Принести на занятие блокнот с ручкой

Мотивация за выполнение-наклейка в дневник



## 2 занятие (Этапы создания проекта и работы с информацией (планирование))

**Миссия: Повторение/изучение нового материала**

**Цели:**

Проверить домашнее задание

Познакомить ребят с этапами создания проекта/модели

Познакомить ребят с интернет ресурсами - для погружения в тематику

Определиться с первой моделью - окружение

**Задачи:**

10 минут

Проверка домашнего задания, небольшая презентация на публику

15 минут

Объяснить какие этапы необходимы для реализации проекта

Объяснить этапы проектного/этапного подхода и график выполнения задач (планирование)

Объяснить важность хранения всех файлов в одном месте и структурированной работы с информацией

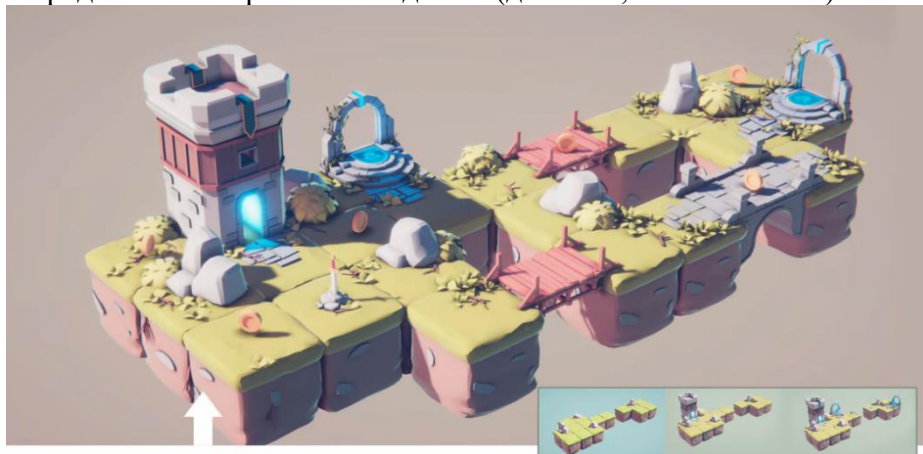
Указать какие результаты они должны получить в конце реализации проекта (примеры)

15 минут

Указать интернет-ресурсы для поиска и подбора референсов (список)

Показать картинку 3D-модели окружения. Каждый будет делать с небольшими своими изменениями (как конструктор собирать в 3D-модель)

Определиться с проектом/моделью (для чего, в каком стиле)



Ссылка на tutorial:

([https://www.youtube.com/results?search\\_query=Simple+Low+Poly+Game+Art+-+PART](https://www.youtube.com/results?search_query=Simple+Low+Poly+Game+Art+-+PART))

15 минут

Объяснить основы еще раз, с чего начинаем (блокинг/моделинг/скульптинг при необходимости/развертка/запечка/сборка/рендер/видео)

Используем блокноты и пишем этапы проектирования, и начинаем планировать.

45 минут

Моделирование/ответы на вопросы

**Результат занятия**

Определиться с моделью окружения (окончательным первым проектом, который будут презентовать) и дополнениями

**Домашнее задание**

Добавить в окружение новые объекты /закончить модель окружения на 100%

Сделать рендеры и видео с разных ракурсов

Пинести рендеры на флешке, показать свою работу (презентация)

Мотивация на выполнение-допуск на следующий этап (наклейка)

**Основные платформенные решения, применяемые в обучении и обеспечении взаимодействия педагога с обучающимися:**

Trello - для управления проектной деятельностью; WhatsApp - для обеспечения индивидуального и группового общения; Blender - для создания объектов трехмерной графики, анимации, рендера, ретопологии; Zbrush - для создания объектов трехмерной графики, скульптинга; Unity - для создания игрового окружения и взаимодействия игровых объектов “виртуального мира” в проектах; Microsoft Power Point - для создания презентаций, обучающих наглядных материалов, защиты проектов и проверки домашних заданий; Яндекс Диск, Google Drive - для хранения данных; Sketchfab, 3ddd, Open3dmodel, Artstation, Pinterest, Unity Asset Store, Mixamo - для поиска готовых решений и новых идей.

**Ниже представлены некоторые результаты творческих работ обучающихся детей и подростков по программе 3D-моделирования.**

### Результаты на начальном этапе

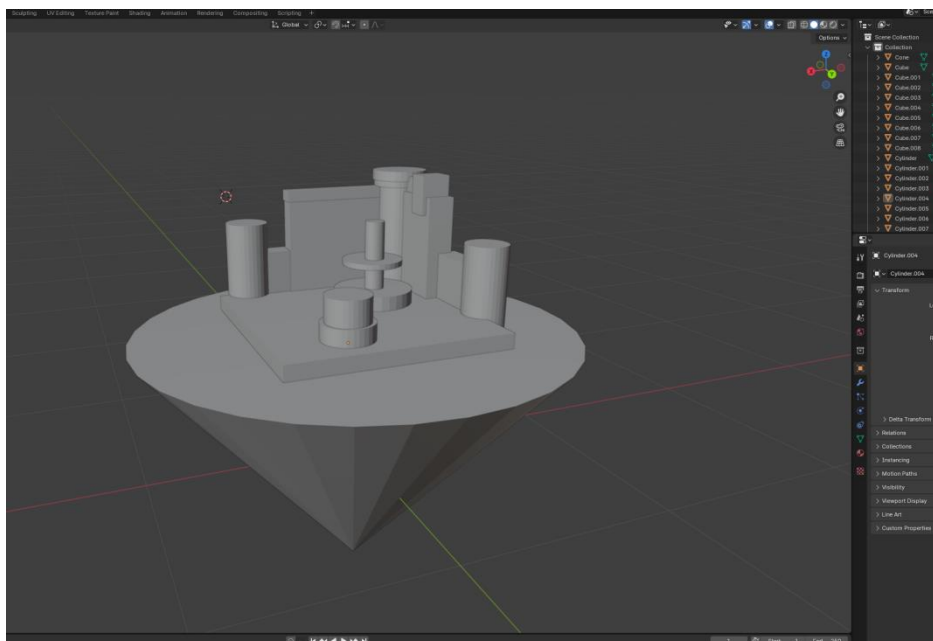


Рис. 1. Окружение (парящий остров), скриншот из интерфейса Blender

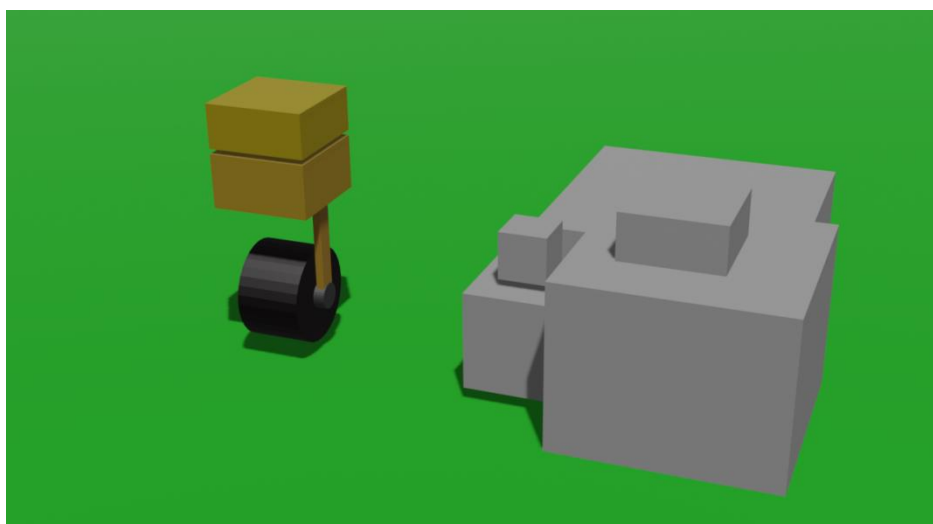


Рис. 2. Персонаж (робот), рендер

## Результаты на промежуточном этапе

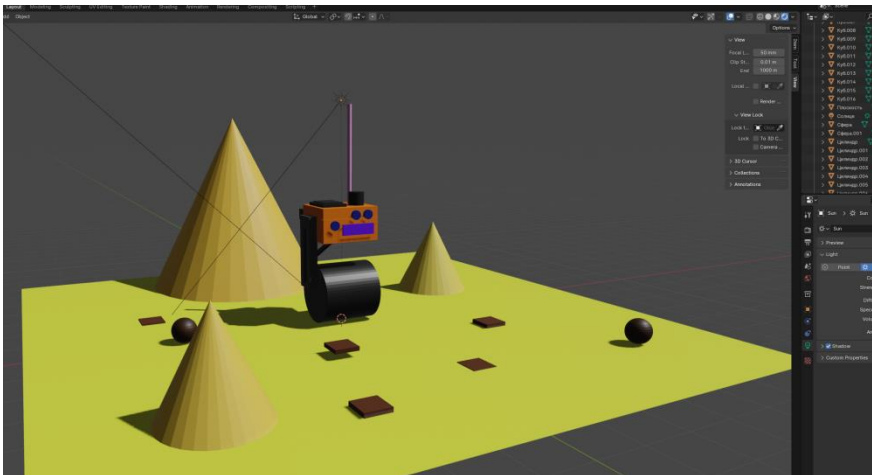


Рис. 3. Персонаж (робот), скриншот из интерфейса Blender



Рис. 4. Окружение (руины короля Артура), рендер

## Результаты на заключительном этапе

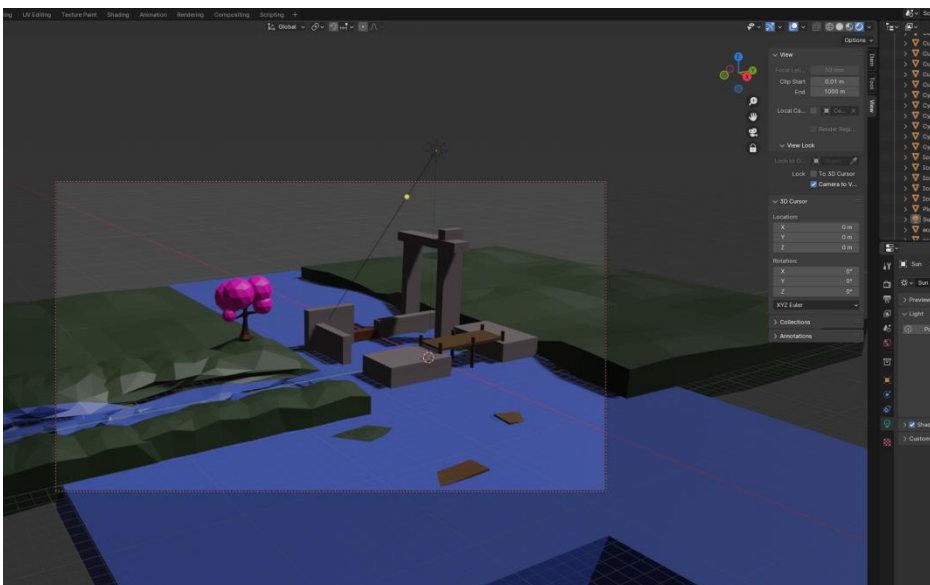


Рис. 5. Окружение (руины короля Артура), скриншот из интерфейса Blender



Рис. 6. Персонаж (робот), рендер

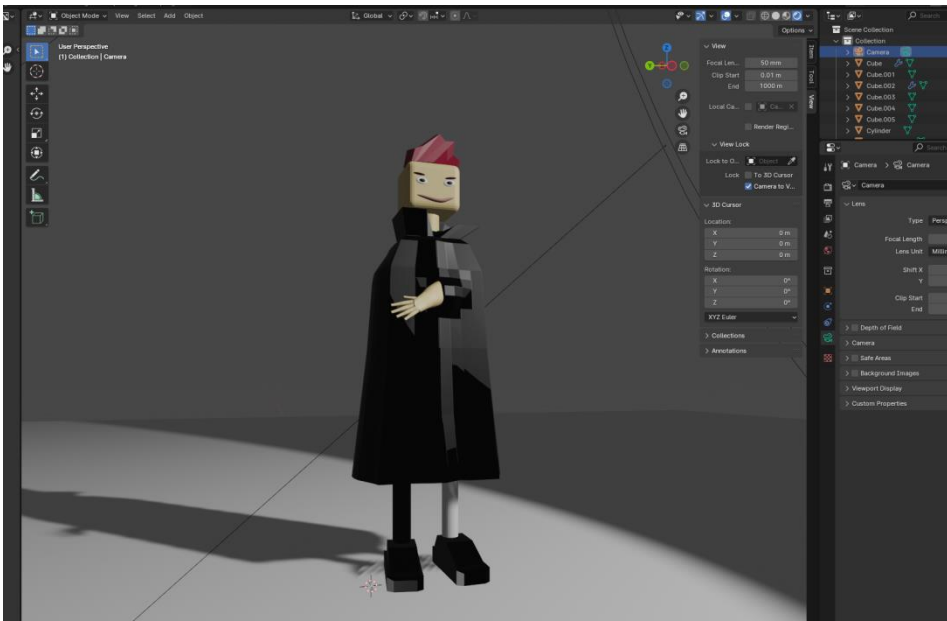


Рис. 7. Персонаж (воин из будущего), скриншот из интерфейса Blender



Рис. 8. Окружение (парящий остров), рендер картинка





Рис. 9. Окружение (замок древних), рендер картинки

**Процесс сборки игровой сцены** в Blender, для подготовки импорта в Unity, а также пример процесса скульптинга в Zbrush

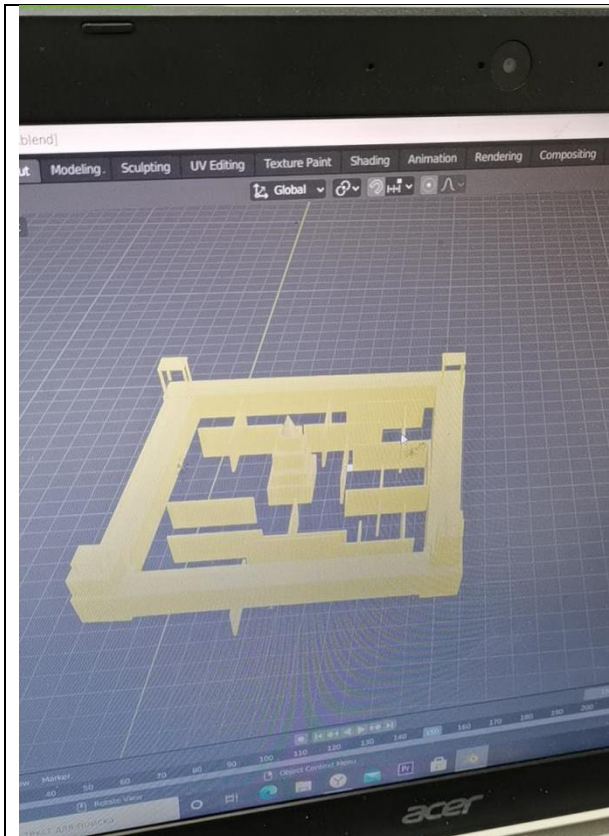


Рис. 10. Сборка сцены для импорта в Unity



Рис. 11. Обучающиеся применяют программу Zbrush на продвинутом уровне

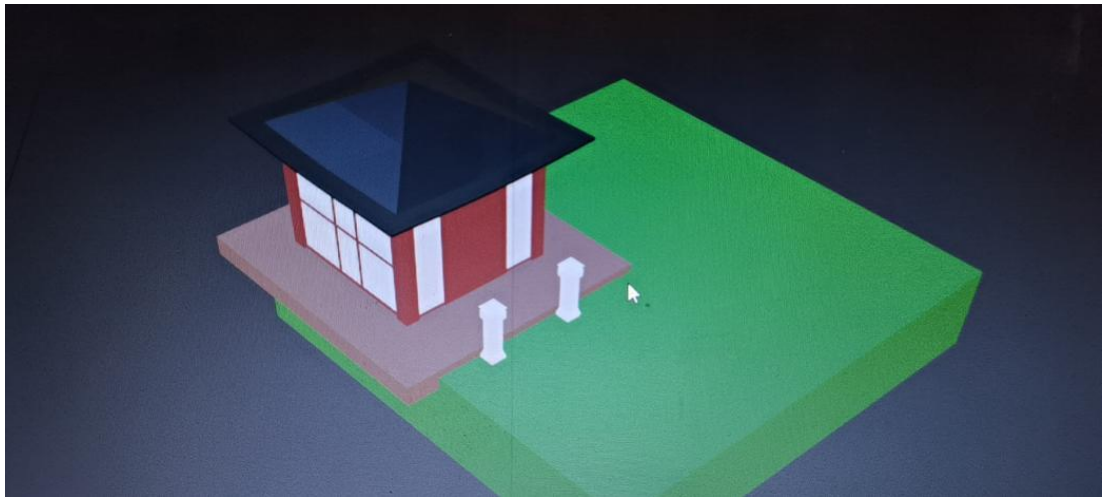


Рис. 12. Импорт в Unity

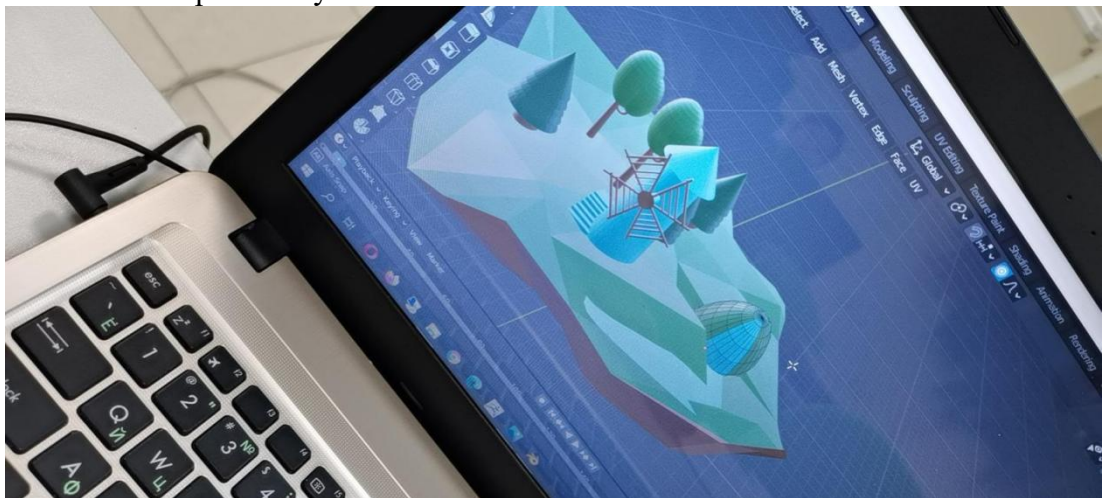


Рис. 13. Подготовка сцены для импорта в Unity

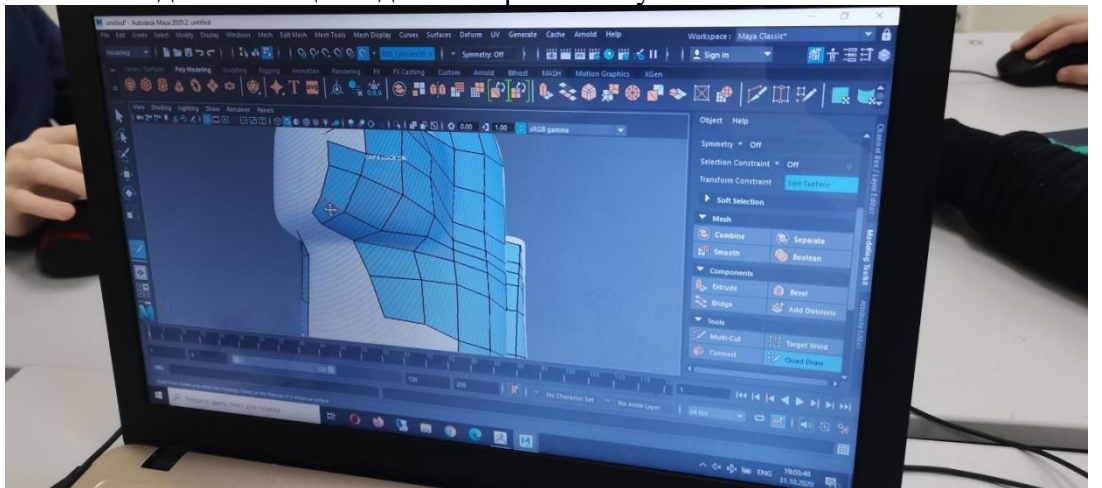


Рис. 14. Пример ретопологии - подготовки модели к текстурированию

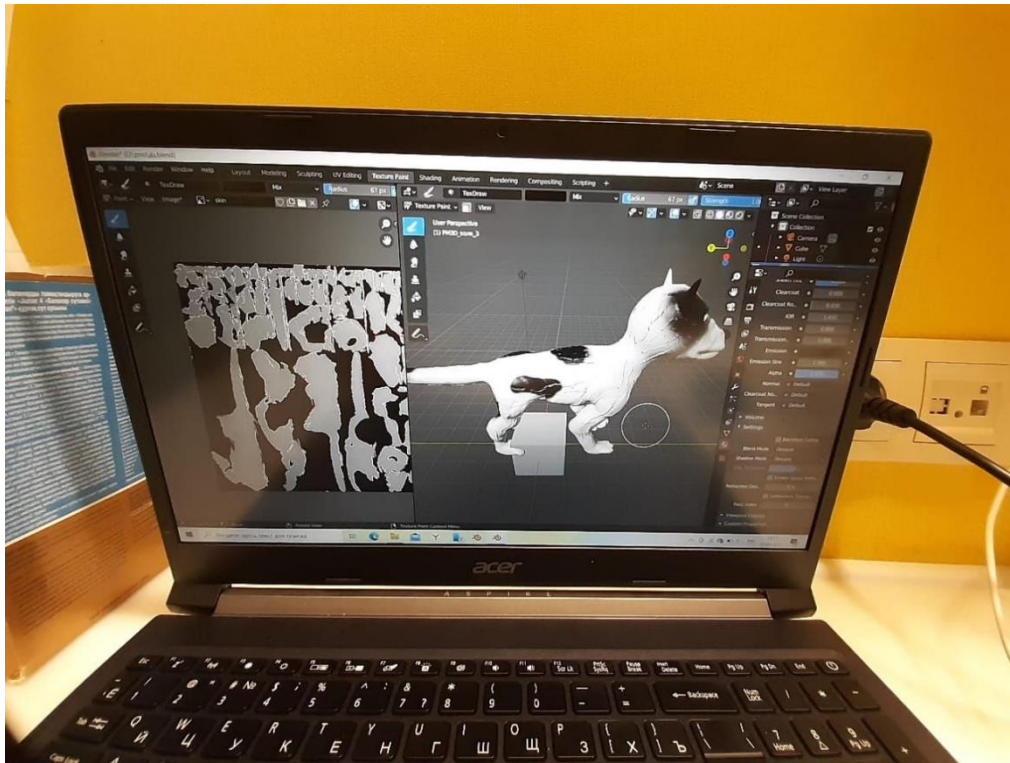


Рис. 21. Пример текстурирования (покраски) персонажа, в данном случае модели собаки

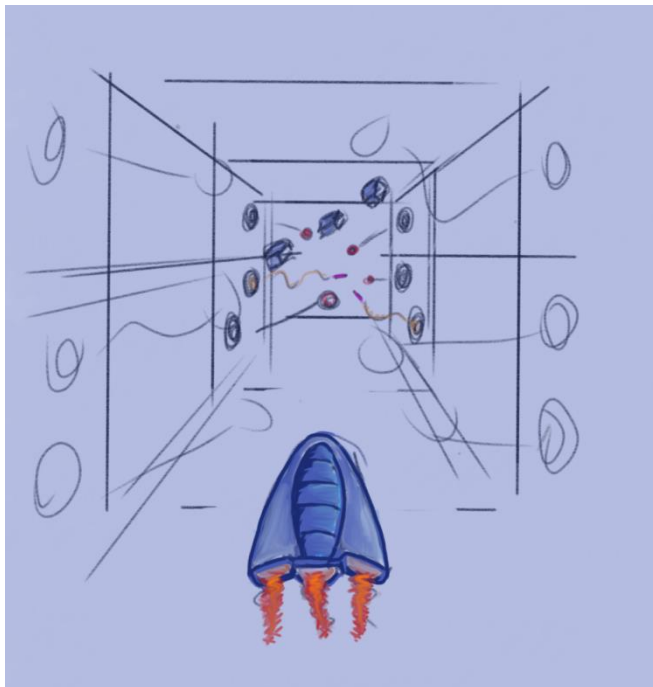


Рис. 15. Пример результата генерации идеи для проекта



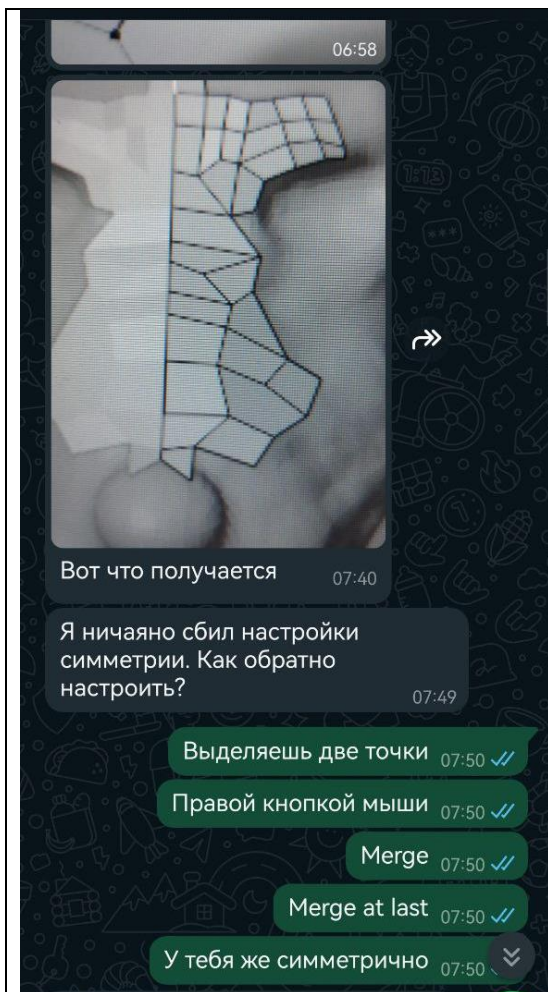


Рис. 16. Пример педагогической консультации во внеучебное время

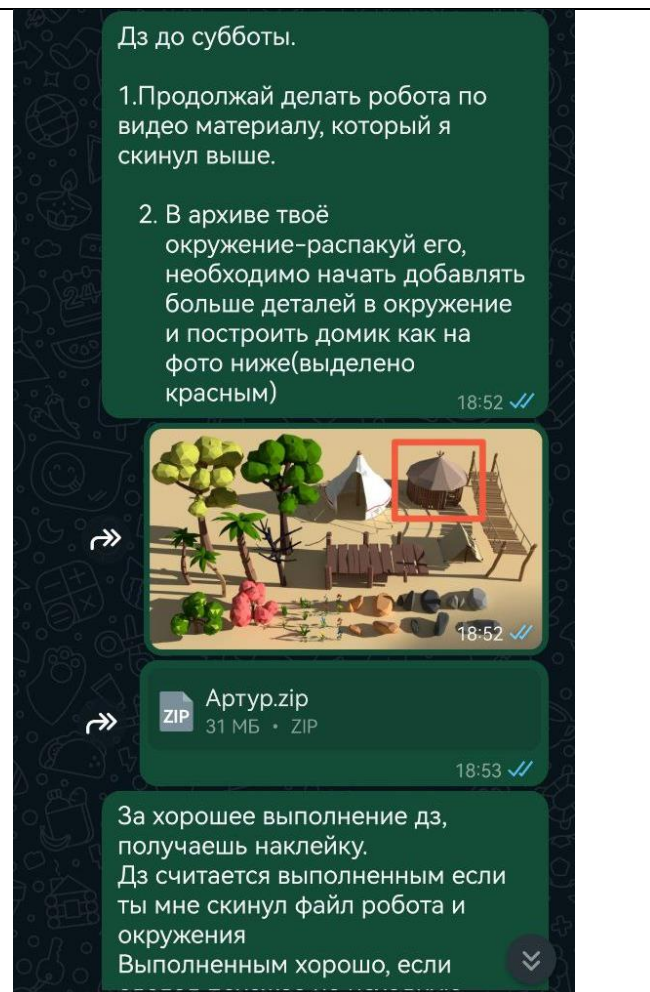


Рис. 17. Пример предоставления индивидуальных и групповых заданий



Рис. 17. Пример организации одной из рабочих аудиторий для занятий



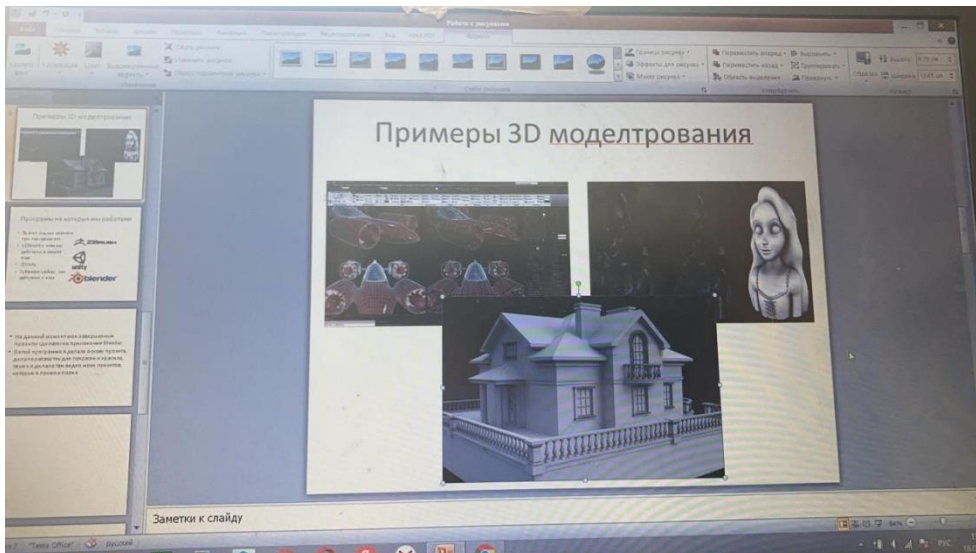


Рис. 18. Пример подготовки слайдов к защите проектов и презентации домашних заданий

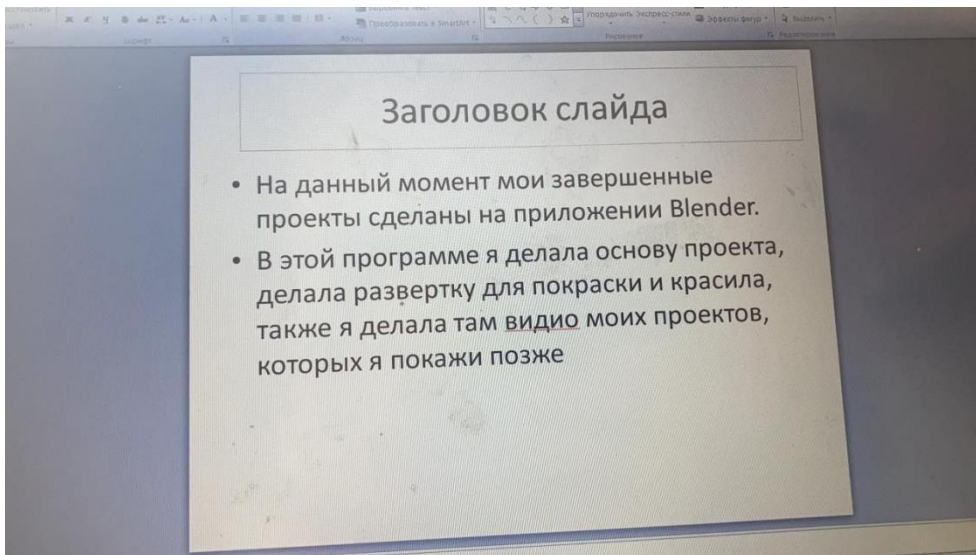


Рис. 19. Пример подготовки слайдов к защите проектов и презентации домашних заданий

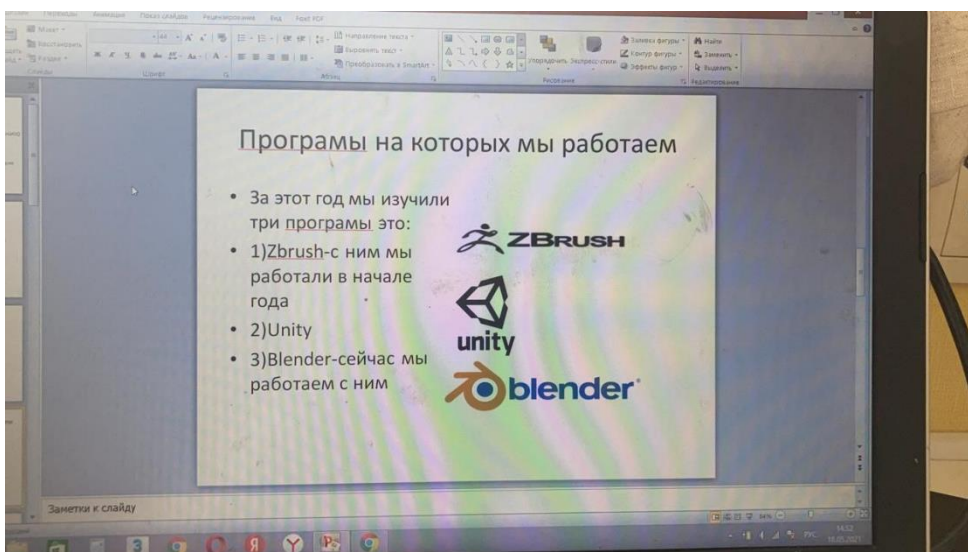


Рис. 20. Пример подготовки слайдов к защите проектов и презентации домашних заданий



Рис. 22. Пример презентации для проведения занятий и мастерклассов

**Примеры домашних заданий для обучающихся приведены ниже.**

Домашнее задание

Закончить уровень на 100%

Продумать план проектной деятельности и его ключевые компоненты (персонаж, окружение, объекты)

Посмотреть видеоролик - анимации облаков, которые расположены в общей папке

Сделать рендеры и видео с разных ракурсов

Принести рендеры на флешке и подготовиться к 2 минутному выступлению, показать свою работу

Принести на занятие блокнот с ручкой

Мотивация на выполнение-допуск на следующий этап/не отставать от группы(наклейка)

Домашнее задание

Установить дома Юнити, изучить интерфейс - составить список вопросов

Посмотреть видеоролик - рендер видео в Юнити

<https://www.youtube.com/watch?v=iP21me3PCO8>

Сделать видео - круговая съемка модели острова

Принести видео на флешке и загрузить на Яндекс Диск, преподаватель сам посмотрит работу каждого при всех, с демонстрацией экрана

Принести на занятие блокнот с ручкой

Мотивация на выполнение-наклейка

Домашнее задание

Определить какие аксессуары хотят добавить к персонажу, его оружие, цвет одежды, цвет и форма волос (использовать методы творческого решения задач)

Принести небольшую презентацию в ppt - план графика и этапов создания персонажа+описание аксессуаров, цветового решения, оружия (и графическое представление самого персонажа - рисунок)

Посмотреть видео для подготовки к следующему занятию (<https://www.youtube.com/watch?v=ftSMD447O1Y>)

Принести на занятие блокнот с ручкой

Домашнее задание

Добавить детализацию/закончить детализацию окружения на 100%

Сделать рендеры и видео модели с разных ракурсов и придумать цветовое решение, результат представить в виде картинки со стрелками и надписями, с объяснением почему именно так

Принести рендеры на флешке и подготовиться к 1-2 минутному выступлению, показать свою работу

Принести на занятие блокнот с ручкой

Мотивация на выполнение-наклейка

Домашнее задание

Сделать рендеры и видео-презентацию в Юнити

Подготовиться к 5 минутному выступлению - презентации, показать свою работу(вся хронология работы над проектами) собрать в презентации каждый из этапов, все рендеры, видеоматериалы, модели

Подготовиться к подведению итогов и вручению подарков

Мотивация на выполнение-наклейка, подарки

Таблица 1.

**Актуальные педагогические технологии, применяемые в образовательной  
практике**

Наименование	Краткая характеристика
Технология проблемного обучения	Основана на постановке перед обучающимися реальной проблемной ситуации и их направлении на поиск ее решения, в процессе которого они овладевают новыми компетенциями и компетентностью), другое название «case-study»
Технология проектного обучения	В основе которого лежит метод проектов, базируется на осуществлении образовательного процесса с целью разработки и реализации проекта
Технология развития критического мышления	Основана на формировании у обучающихся критического мышления, умений сопоставлять собственный опыт и знания со сторонними источниками информации, умений аргументировать свою точку зрения и работать с альтернативными вариантами решения одной и той же задачи
Технология дидактической игры	Основана на создании игровых или состязательных условий в процессе обучения, где у обучающихся в ходе активной деятельности формируются навыки коллективной деятельности, происходит накопление жизненного опыта, культурных ценностей и т. д.
Технология модульного обучения	Базируется на структурировании всей учебной информации, содержания и организации образовательного процесса, который включает в себя определенные блоки (модули), имеющие четкую структуру, научную обоснованность содержания и логическую завершенность
Технология дистанционного обучения	Базируется на применении цифровых, информационных, программных и компьютерных технологий в образовательном процессе, для осуществления эффективного взаимодействия обучающегося с информацией, педагогом и другими обучающимися, в ходе обучения
Технология обучения в сотрудничестве	Базируется на создании специальных условий взаимодействия коллектива обучающихся, где происходит совместное целеполагание, постановка задач, дискуссии, взаимная оценка результатов деятельности и т. д.
Технология кооперативного обучения	Базируется на разделении большой группы на несколько малых и постановке одной общей задачи, где работа каждого члена группы является неотъемлемой для обеспечения достижения образовательной цели, решения задачи. Предполагает разделение ресурсов и задач.
STEM (STEAM)-технология	Основана на интеграции гуманитарных и технических наук. Направлена на развитие у обучающихся междисциплинарной компетентности, инженерных и естественно-научных знаний. Реализуется с помощью проектного подхода в обучении.
Технология коллаборативного обучения	Работа обучающихся строится как в коллективном взаимодействии в соответствии с общей целью, так и по отдельности (синергия коллективной и индивидуальной работы). Педагог в данном процессе выступает как равноправным членом группы, так и наставником,

	консультантом, фасилитатором, направляющим деятельность обучающихся в правильное русло. Предполагает объединение ресурсов всей группы обучающихся для достижения единой цели.
--	---

Таблица 2.

### Типы задач в трудах З. А. Литовой

Конструкторские задачи	Технологические задачи
Конструирование изделия по сокращенной технической документации (с пропущенными данными)	Выбор заготовки
Проектирование деталей по образцу изделия	Выбор инструмента
Конструирование по чертежу и описанию	Выбор способа установки заготовок и инструментов
Переконструирование изделия с целью его усовершенствования	Установление последовательности выполнения трудовых операций
Конструирование по собственному замыслу	Разработку пооперационной технологии
	Самостоятельную разработку технологического процесса

Таблица 3.

### Актуальные методы решения творческих задач

Наименование	Кем разработано	Краткая характеристика
ТРИЗ	Разработан Генрихом Альтшуллером в 1946 году	Решение изобретательских и творческих задач по алгоритму (устранение противоречий)
Метод фокальных объектов	Разработан Фридрихом Кунце в 1923 году	Фокусировка на ключевой проблеме и перенос признаков одного объекта на другой
Творческое решение проблем	Разработан Алексом Осборном и Сидом Парнсом в 1950-х годах, а затем расширен Дж. Гилфордом	Разделение стилей мышления на дивергентный и конвергентный
Мозговой штурм	Разработан Алексом Осборном в 1950-х годах	Групповой метод, генерация большого кол-ва идей и их оценка
SCAMPER	Разработан Бобом Эберле	Используется набор подсказок для стимулирования генерации новых идей. Аббревиатура расшифровывается как «Заменить», «Объединить», «Адаптировать», «Модифицировать», «Использовать в других целях», «Устранить» и «Обратить».
Mind Mapping	Разработан Тони Бьюзаном в 1970-х годах	Визуальная организация идей и связей
Метод синектики	Разработан Уильямом Гордоном в 1960-х годах	Применение аналогий и метафор для генерации новых идей

Дизайн-мышление	Разработан Джоном Эдвардом Арнольдом и Гербертом Саймоном в 1960-х годах	Содержит 5 этапов, которые можно менять местами, применять одновременно или друг за другом (Эмпатия, Фокусировка, Генерация идей, Прототипирование, Тестирование)
Метод шести шляп	Разработан Эдвардом де Боно в 1980-х годах	Побуждает людей думать о проблеме или задаче с разных точек зрения, надевая разные "шляпы", представляющие различные способы мышления

Таблица 4.

**Основные компоненты модели развития детского технического творчества в системе дополнительного образования**

Наименование	Краткое описание
Методы и приемы решения творческих задач	Мозговой штурм, метод ассоциаций, карта интеллекта и т. д.
Методы и приемы решения технических задач	Изобретательских и конструкторских задач, для формирования технических способностей обучающихся.
Развитие общих знаний обучающихся	В целевых и смежных сферах реализации технического творчества.
Развитие компетенций и компетентности обучающихся направленных на работу с техникой	Владение ПО, знание основ работы с компьютерной техникой, механизмами, физическим и лабораторным оборудованием. Также простые и комплексные методы поиска, сбора и обработки информации, поиск в открытых базах данных и т. д.
Приемы тайм менеджмента и управления процессом проектирования	Управление проектами, планирование времени, применение платформ для отслеживания результатов работы и т. д.
Комбинация старых и новых методов построения образовательного процесса	Интеграция элементов STEM-технологии, коллаборативного обучения, проектной деятельности, технологии портфолио, деловых игр, интерактивных форм взаимодействия обучающихся и педагога и т. д.
Материально-техническое оснащение и программно-информационная база	Современное компьютерное оборудование, прочая вспомогательная техника, информационные ресурсы, дидактические материалы и т. д.