

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор – проректор по  
образовательной деятельности

Е.Г. Ивашкин

«01» сентября 2023 г.

**ДНК**

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая  
программа  
«Аддитивные технологии и 3D-моделирование в технической  
деятельности»  
(базовый модуль)**

**Направленность:** техническая  
**Возраст обучающихся:** 11-15 лет  
**Длительность модуля:** 16 часов  
**Длительность программы всего:** 16 часов

**Авторы:** Романов Антон Сергеевич,  
заведующий лабораторией кафедры  
«Металлургические технологии  
и оборудование»

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1	<b>Полное название программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Аддитивные технологии и 3D-моделирование в технической деятельности»
2	<b>Авторы программы</b>	Романов Антон Сергеевич, заведующий лабораторией кафедры «Металлургические технологии и оборудование»
3	<b>Название образовательной организации</b>	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»
4	<b>Адрес организации</b>	603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, к.т. +7 (831) 436-63-07
5	<b>Форма проведения</b>	Групповые и индивидуальные занятия
6	<b>Вид программы по уровню усвоения содержания программы</b>	Развивающая, практико-деятельностная, личностно-ориентированная, проектная.
7	<b>Цель программы</b>	знакомство, освоение и популяризация современных инженерных инструментов в области аддитивных технологий с последующей возможностью масштабирования при дальнейшем обучении в высших технических учебных заведениях
8	<b>Специализация программы</b>	3D-печать и 3D-моделирование
9	<b>Направленность программы</b>	техническая
10	<b>Сроки реализации</b>	16 часов
11	<b>Соответствие программы Стратегическому проекту НГТУ</b>	нет
12	<b>Условия участия в программе</b>	Обучающиеся 11-15 лет
13	<b>Условия размещения участников программы</b>	Оборудованная лаборатория «Дом научной коллаборации», аудитории и лаборатории НГТУ
14	<b>Ожидаемый результат</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знакомство с разновидностями технологий трехмерной печати.</li> <li>2. Знакомство с возможностями применения трехмерной печати в различных областях.</li> <li>3. Работа с оборудованием для трехмерной печати.</li> <li>4. Работа с программным обеспечением САПР <i>Autodesk Inventor Pro</i>.</li> <li>5. Работа с <i>Arduino</i>.</li> </ol>

## Содержание

<b>1 Пояснительная записка.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Основные характеристики программы.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Учебно-тематический план.....</b>	<b>11</b>
<b>4 Содержание учебно-тематического плана.....</b>	<b>12</b>
<b>5 Учебно-методическое обеспечение программы.....</b>	<b>14</b>
<b>6 Организационно-педагогические условия.....</b>	<b>18</b>
<b>6.1 Материально-техническое обеспечение.....</b>	<b>18</b>
<b>6.2 Кадровое обеспечение.....</b>	<b>18</b>
<b>6.3 Воспитательная работа и досуговая деятельность.....</b>	<b>19</b>
<b>6.4 Список рекомендованных источников.....</b>	<b>19</b>

## 1 Пояснительная записка

Трёхмерное моделирование играет важную роль в жизни современного общества. Современная трёхмерная компьютерная графика позволяет создавать максимально реалистичные модели объекта, которые бывает трудно отличить от его изображения на обычной фотографии.

Современные дети очень рано начинают пользоваться гаджетами и компьютерами. Поэтому в достаточно раннем возрасте для развития творческих способностей, фантазии и объёмного мышления стоит изучать программы трёхмерного моделирования.

Современная школа мало внимания уделяет технологической подготовке школьников. Если во времена советской России на уроках труда учащиеся получали первичные навыки по обработке материалов и созданию простых конструкций, то в настоящее время далеко не во всех учебных заведениях проводится даже чертёжная подготовка.

Современные технологии изменили подход к технологическому проектированию, в качестве инструмента, все больше используются цифровые технологии, знание которых позволяет современному школьнику получить инженерные навыки ещё в средней школе.

Но применение современных технических средств не даст эффект без комплексной подготовки, включающей в себя обучение школьников азам инженерного творчества.

Реализация полученных знаний с использованием современных средств компьютерной графики, даёт учащимся возможность развить свой творческий потенциал и сформировать необходимые компетенции для создания трёхмерных технических объектов.

Навыки, полученные ими при изучении данного курса, помогут им в дальнейшей учёбе и самореализации.

Для жизни и деятельности в информационном обществе необходимо обладать информационной культурой, т.е. знаниями и умениями в области информационных технологий.

Данная программа нацелена на формирование навыков применения средств компьютерной трёхмерной инженерной графики в повседневной жизни, в учебной/проектной деятельности, при дальнейшем освоении профессий, востребованных на рынке труда.

Программа разработана педагогом дополнительного образования Романовым Антоном Сергеевичем для реализации на базе «ДНК им. Кулибина» НГТУ Нижний Новгород. Данная программа создана в рамках стратегической инициативы «Новая модель системы дополнительного образования детей».

Основное назначение программы состоит в выполнении социального заказа современного общества, направленного на подготовку подрастающего поколения к полноценной работе в условиях глобальной информатизации всех сторон общественной жизни.

Данная программа рассчитана на учащихся в возрасте от 15 до 17 лет и

предполагает знакомство с современными инженерными инструментами в области трехмерной печати. Трехмерная печать является, на данный момент, незаменимым инструментом в части получения прототипов в разнообразных направлениях от печати демонстрационных макетов до элементов конструкции космических кораблей.

Автомобилестроение, авиастроение, кораблестроение, архитектура, медицина протезирования, пищевая отрасль, биомедицина - вот тот небольшой перечень направлений, где технология трехмерной печати не далекое будущее, а настоящее, динамично интегрированное в развитие и совершенствование данных направлений.

Поэтому знакомство и освоение данной технологии на ранней стадии позволит расширить индивидуальные способности как в области инженерного творчества так и может способствовать потенциальному росту профессиональных компетенций востребованы на данный момент в различных областях.

Методика проведения занятий построена на ознакомление с теоретическими основами и практико-ориентированном подходе в области трехмерной печати. Практические занятия построены на взаимодействии с программным обеспечением для обработки трехмерных моделей для вывода на печать, а также взаимодействии с современным оборудованием для трехмерной печати и самостоятельной печатью демонстрационных прототипов.

Дополнительный эффект от изучения курса достигается на основе взаимодействия слушателей с наставниками из числа преподавательского состава НГТУ им. Р.Е. Алексеева или вузов партнеров. Наставники формируют тематику самостоятельной индивидуальной работы, практическая часть которой взаимосвязана с тематикой курса.

## 2 Основные характеристики программы

**Направленность программы:** техническая.

**Актуальность программы** обусловлена тем, что в настоящее время одной из задач современного образования является содействие воспитанию нового поколения, имеющего представление и навыки полезного использования современных цифровых технологий в качестве инструмента проектной конструкторской деятельности. Для этого обучающимся предлагается осваивать способы работы с современной системой автоматизированного проектирования технических объектов и использовать её для решения учебных задач. Умение конструкторски грамотно подходить к вопросу реализации проектов технического назначения – одно из условий образовательной компетенции обучающегося. В настоящее время одной из задач современного образования является содействие воспитанию нового поколения, отвечающего по своему уровню развития и образу жизни условиям научно-технического прогресса. Для этого обучающимся предлагается освоить работу с современными инженерными инструментами в области трехмерной печати. Программа подразумевает освоение инструментов трехмерных программных пакетов направленных на реализацию задачи подготовки изделий для трехмерной печати. Дополнительно предусмотрено освоение принципов работы различных типов оборудования для трехмерной печати.

**Новизна программы** заключается в привлечении инструментов аддитивных технологий к решению задач междисциплинарного характера.

Ключевой принцип проектного обучения заключается в ориентации на практическое решение проблем. При этом проблема, на решение которой направлен проект, должна быть подлинной, касающейся реального мира. Так же важная особенность проектного обучения данного модуля – междисциплинарность. Речь идет о междисциплинарном характере проблем, лежащих в основе проектной деятельности и требующих формирования разнопрофильных проектных команд, а также о междисциплинарном характере навыков, необходимых для реализации проекта.

Все разработанные командами проекты представляются на внутреннем и региональном уровнях, а авторы лучших работ направляются на всероссийские и международные конкурсы и олимпиады.

**Отличительная особенность** программы заключается в том, что обучение имеет ярко выраженный практический характер, в основе методики обучения лежит практикоориентированный и проектный методы.

**Педагогическая целесообразность** заключается в предоставлении школьнику спектра возможностей по реализации его интересов и способностей в сфере технологий трехмерной печати, создания самостоятельных творческих работ средствами аддитивных технологий, формировании информационной в узкоспециализированной области, формировании мотивации у подростков к изучению и использованию современных инженерных инструментов в области аддитивных технологий с последующей возможностью масштабирования при

дальнейшем обучении в высших технических учебных заведениях.

Реализация программы позволяет школьникам:

- ✓ ориентироваться в меняющихся жизненных ситуациях, самостоятельно приобретая необходимые знания, применяя их на практике;
- ✓ самостоятельно критически мыслить, видеть возникающие проблемы и искать пути рационального их решения, используя современные технологии, четко осознавать, где и каким образом могут быть применены их знания, быть способными генерировать новые идеи, творчески мыслить;
- ✓ грамотно работать с информацией (собирать необходимые для решения определенной проблемы факты, анализировать их, делать необходимые обобщения, сопоставления с аналогичными вариантами решения проблем, делать аргументированные выводы, применять полученный опыт для выявления и решения новых проблем);
- ✓ быть коммуникабельными, контактными в различных социальных группах при выполнении проектов, уметь работать сообща в различных областях, в различных ситуациях, выходя из любых конфликтных ситуаций;
- ✓ самостоятельно работать над развитием собственных нравственных ценностей, интеллекта, культурного уровня.

**Цель программы:** формирование компетентности школьников в области трехмерной печати; Знакомство, освоение и популяризация современных инженерных инструментов в области аддитивных технологий с последующей возможностью масштабирования при дальнейшем обучении в высших технических учебных заведениях.

**Задачи программы:**

**Обучающие:**

- ✓ Сформировать представление о сущности технологии трехмерной печати и графики;
- ✓ Познакомить с основными технологиями трехмерного моделирования и трехмерной печати;
- ✓ Познакомить с технологиями будущего, развивая навыки *FutureSkills*;
- ✓ Сформировать навыки использования трехмерной печати и графики как современного инженерного инструмента;
- ✓ Изучать основы алгоритмизации и последовательного подхода в цепочке процессов технологий аддитивного направления;
- ✓ Сформировать навыки самостоятельного использования технологического оборудования в области трехмерной печати.

**Развивающие:**

- ✓ Развивать познавательные способности обучающегося, память, внимание, пространственное мышление, эстетическое мировоззрение;
- ✓ Сформировать обучающимся навыки творческого подхода к поставленной задаче, командной работе и публичных выступлений по тематике 3D-печати и 3D-графики;
- ✓ Развивать логическое и алгоритмическое мышление.

**Воспитательные:**

- ✓ Воспитывать усидчивость, умение преодолевать трудности;
- ✓ Сформировать информационную культуру;
- ✓ Сформировать потребность в дополнительной информации;
- ✓ Сформировать коммуникативные умения;
- ✓ Развивать мотивацию личности к познанию;
- ✓ Сформировать нравственные качества личности и культуру поведения в обществе.

#### **Количественные характеристики программы:**

**Возраст обучающихся, участвующих в реализации программы:**

школьники 11-15 лет.

**Срок реализации программы (модуля):** базовый модуль - 16 часов.

**Режим занятий:** 2 раза в неделю по 2 академических часа.

**Формы организации учебной деятельности:** групповая, индивидуальная, парная.

**Количество обучающихся в группе:** 8-14 человек.

#### **Прогнозируемые результаты:**

##### *Личностные результаты*

- ✓ критическое отношение к информации и избирательность ее восприятия;
- ✓ осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий;
- ✓ развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- ✓ развитие внимательности, настойчивости, целеустремленности, умения преодолевать трудности – качеств, весьма важных в проектной деятельности;
- ✓ развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- ✓ воспитание чувства справедливости, ответственности;
- ✓ начало профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных направлением трехмерной печати.

##### *Метапредметные результаты*

Метапредметные результаты направлены на формирование регулятивных, познавательных и коммуникативных учебных действий.

**Регулятивные универсальные учебные действия** проявляются в способности:

- ✓ принимать и сохранять учебную задачу;
- ✓ планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- ✓ формировать умение ставить цель – создание творческой работы, планировать достижение этой цели;
- ✓ осуществлять итоговый контроль по результату;
- ✓ адекватно воспринимать оценку своей деятельности;
- ✓ различать способ и результат действия;
- ✓ вносить коррективы в действия в случае расхождения результата;
- ✓ решения задачи на основе ее оценки и учета характера сделанных ошибок;

- ✓ проявлять познавательную инициативу в проектном сотрудничестве;
- ✓ оценивать получающийся проектный продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

***Сформированность познавательных универсальных учебных действий проявляется в умениях:***

- ✓ осуществлять поиск информации в информационной среде;
- ✓ использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- ✓ ориентироваться на разнообразие способов решения задач;
- ✓ строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- ✓ устанавливать аналогии, причинно-следственные связи

***Критерием формирования коммуникативных универсальных учебных действий являются умения:***

- ✓ аргументировать свою точку зрения; признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;
- ✓ планировать учебное сотрудничество с наставником и сверстниками - определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- ✓ осуществлять инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
- ✓ разрешать конфликты – выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- ✓ с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- ✓ использовать монологическую и диалогическую формы речи

***Предметные результаты:***

Обучающиеся 11-15 лет

В процессе освоения программы обучающиеся приобретут знания о технологии трехмерного моделирования положенной в основу применения трехмерной печати, особенностях технологии трехмерной печати в направлении материалов для 3Дпечати, особенности оборудования и алгоритмов построения технологических процессов в данной области.

В ходе занятий обучающиеся будут вовлечены в проектную деятельность, которая позволит им в малых группах разрабатывать и представлять проекты, они научатся обосновывать свою точку зрения и решать исследовательские задачи.

***После прохождения программы обучающиеся получают:***

- ✓ навыки трехмерного моделирования;
- ✓ навыки создания трехмерных моделей;
- ✓ навыки подготовки трехмерных моделей для 3Дпечати;
- ✓ навыки работы с оборудованием для 3Дпечати;

- ✓ навыки пост обработки детали полученных на основе 3Дпечати;

Проектная деятельность является главной составляющей.

***Обучающиеся научатся создавать:***

- ✓ трехмерные модели для 3Дпечати;
- ✓ трехмерные прототипы полученные на основе применения аддитивных технологий;
- ✓ проект с прототипами полученными с использованием технологии 3Дпечати.

**Формы подведения итогов реализации дополнительной общеразвивающей программы:**

***Формы диагностики образовательных результатов:***

- а) входной контроль (педагогическое наблюдение, опрос, анкеты);

В результате определяются знания по технике безопасности, интересы ребенка, его ожидания.

- б) промежуточная аттестация (опрос на основе полученных знаний на текущий момент времени, выполнение элементов проектных задач);

- в) итоговая аттестация (опрос на основе полученных знаний в формезащиты проектов)

***Формы демонстрации результатов обучения*** мини-конференция по защите проектов, выставка, внутригрупповой конкурс (соревнования), презентация (самопрезентация) проектов обучающихся и др., конкурс проектов обучающихся с целью отбора в проектные команды на постоянной основе.

### 3 Учебно-тематический план

№	Наименование разделов и тем	Всего	В том числе	
			Теория	Практика
1	<b>Вводное занятие. Введение в предмет, техника безопасности</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
2	<b>Кейс - «Применение 3D печати».</b>			
	2.1. Примеры использования технологии трехмерной печати в различных областях	1	1	-
	2.2.Разновидности технологий трехмерной печати	2	2	-
3	<b>Кейс - «Особенности технологии трехмерной печати».</b>			
	3.1. Конструктивные особенности 3D принтеров	2	-	2
	3.2. Разновидности материалов для трехмерной печати	1	-	1
	3.3. Программное обеспечение для трехмерной печати	2		2
	3.4. Подготовка трехмерной модели для печати в САПР <i>AutodeskInventorPro</i>	2	-	2
	3.5. Управляющие программы для 3D принтера	1	-	1
	3.6. Особенности и типичные ошибки при трехмерной печати	2	-	2
	3.7. Постобработка деталей полученные путем трехмерной печати	2	-	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>12</b>

#### 4 Содержание учебно-тематического плана

№	Темы занятия	Содержание занятий
1	Вводное занятие. Введение в предмет, техника безопасности	<b>Теория:</b> Вводный инструктаж «Охрана труда на занятиях. Правила поведения на занятиях». Перспективы применения приобретённых знаний. Знакомство с оборудованием лаборатории. Правила противопожарной безопасности. Санитарно-гигиенические правила в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.4.1251 – 03. Правила грамотного выполнения операций на оборудовании, правила пользования инструментами.
2	<b>Кейс - «Применение 3D печати».</b>	
2.1.	Примеры использования технологии трехмерной печати в различных областях	<b>Теория:</b> рассмотрение примеров использования технологии трехмерной печати в области автомобилестроения, авиастроения, судостроения, архитектуры, медицины протезирования, пищевой отрасли, биомедицины. <b>Практика:</b> Демонстрация работы 3Dпринтера и печать примера модели.
2.2	Разновидности технологий трехмерной печати	<b>Теория:</b> рассмотрение разновидностей технологий трехмерной печати применяемых в области автомобилестроения, авиастроения, судостроения, архитектуры, медицины протезирования, пищевой отрасли, биомедицины.. <b>Практика:</b> Запуск трехмерной печати на различных типах 3Dпринтеров с пояснением технологических особенностей.
3	<b>Кейс - «Особенности технологии трехмерной печати».</b>	
3.1	Конструктивные особенности 3D принтеров	<b>Теория:</b> знакомство с основными конструктивными элементами 3Dпринтеров. <b>Практика:</b> Сборка 3Dпринтера с акцентами на ключевых элементах при последовательной компоновке элементов. Запуск 3D принтера в режиме тестовой печати.
3.2.	Разновидности материалов для трехмерной печати	<b>Практика:</b> знакомство с разновидностями материалов для трехмерной печати и технологическими условиями применения.
3.3	Программное обеспечение для трехмерной печати	<b>Теория:</b> рассмотрение программного пакета для создания объектов трехмерной печати. <b>Практика:</b> создание трехмерной модели инструментами программного пакета

3.4.	Подготовка трехмерной модели для печати в САПР <i>AutodeskInventor-Pro</i>	<b>Теория:</b> существующие программы трёхмерного моделирования. <b>Практика:</b> интерфейс программы <i>Inventor-Pro</i> , основы работы в программе.
3.5.	Управляющие программы для 3D принтера	<b>Теория:</b> освоение алгоритмов подготовки трехмерных моделей для печати на 3Dпринтере. <b>Практика:</b> освоение программ для программирования к 3Dпечати подготовленных трехмерных моделей.
3.6.	Особенности и типичные ошибки при трехмерной печати	<b>Практика:</b> работа с 3Dпринтером на предмет моделирования типичных ошибок при трехмерной печати.
3.7	Постобработка деталей полученные путем трехмерной печати	<b>Практика:</b> освоение способов постобработки деталей полученных путем 3Dпечати.

## 5 Учебно-методическое обеспечение программы

### 5.1 Организационно-педагогические основы программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «**3-D печать в машиностроении**» рассчитана на школьников в возрасте от 15 до 17 лет. При наборе детей в группы принимаются все желающие, на первых занятиях проводится собеседование с целью выявления уровня компьютерной грамотности, а так же проводится мотивационная образовательная экскурсия по практико-ориентированным инженерным проектам на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

### 5.2 Формы организации образовательного процесса

Вся учебная деятельность представляет собой синтез различных видов образовательной деятельности:

- ✓ получение знаний в области трехмерного моделирования
- ✓ получение теоретических и прикладных знания в области трехмерной печати;
- ✓ проектно-исследовательская и практико-ориентированная деятельность

Формы проведения занятий: лекция, объяснение материала с привлечением обучающихся, самостоятельная исследовательская работа, эвристическая беседа, практическое учебное занятие, самостоятельная работа, проектная деятельность.

На занятиях предусматриваются следующие формы организации учебной деятельности: индивидуальная (обучающемуся дается самостоятельное задание с учетом его возможностей), фронтальная (работа со всеми одновременно, например, при объяснении нового материала или отработке определённого технологического приёма), групповая (разделение обучающихся на группы для выполнения определённой работы).

Современные педагогические технологии, такие как: технология проектного обучения, здоровьесберегающие технологии и другие в сочетании с современными информационными технологиями могут существенно повысить эффективность образовательного процесса, решить стоящие перед наставником задачи воспитания всесторонне развитой, творчески свободной личности.

В конце каждого занятия подводятся итоги, строятся планы на следующие занятия.

### 5.3 Методическое обеспечение программы (модуля)

№	Раздел или тема программы	Формы занятий	Прием и методы организации учебно-воспитательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
1	Вводное занятие. Техника безопасности. История элек-	Комбинированная: лекция,	Словесный (устное изложение), наглядный	Памятки, инструкции, мультимедийные материа-	Компьютер, мультимедийный	Устный опрос

	тричества и выдающиеся ученые	беседа	(показ презентации и видеоматериала)	лы	проектор	
2.1	Примеры использования технологии трехмерной печати в различных областях	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
2.2	Разновидности технологий трехмерной печати	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
3.1	Конструктивные особенности 3D принтеров	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
3.2	Разновидности материалов для трехмерной печати	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации и видеоматериала)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
3.3	Программное обеспечение для трехмерной печати	Комбинированная: лекция, беседа	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Устный опрос
3.4	Подготовка трехмерной модели для печати в САПР Autodesk Inventor Pro	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий

3.5	Управляющие программы для 3D принтера	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, мультимедийные материалы	Arduino, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
3.6	Особенности и типичные ошибки при трехмерной печати	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий
3.7	Постобработка деталей полученные путем трехмерной печати	Комбинированная: лекция, практическое занятие	Словесный (устное изложение), наглядный (показ презентации), практический (работа по образцу)	Памятки, инструкции, схемы, мультимедийные материалы	Компьютер, мультимедийный проектор	Выполнение практических заданий

#### 5.4 Основные методы обучения

*Основной метод:* проектный, кейсовый.

*Метод эвристических вопросов* предполагает для отыскания сведений о каком-либо событии или объекте задавать следующие семь ключевых вопросов: Кто? Что? Зачем? Чем? Где? Когда? Как?

*Метод сравнения* применяется для сравнения разных версий моделей обучающихся с созданными аналогами.

*Метод эвристического наблюдения* ставит целью научить детей добывать и конструировать знания с помощью наблюдений. Одновременно с получением заданной педагогом информации многие обучающиеся видят и другие особенности объекта, т.е. добывают новую информацию и конструируют новые знания.

*Метод фактов* учит отличать то, что видят, слышат, чувствуют обучающиеся, от того, что они думают.

*Метод конструирования* понятий начинается с актуализации уже имеющихся представлений обучающихся.

*Метод прогнозирования* применяется к реальному или планируемому процессу. Спустя заданное время прогноз сравнивается с реальностью. Проводится обсуждение результатов, делаются выводы.

*Метод ошибок* предполагает изменение устоявшегося негативного отношения к ошибкам, замену его на конструктивное использование ошибок.

Ошибка рассматривается как источник противоречий, феноменов, исключений из правил, новых знаний, которые рождаются на противопоставлении общепринятым.

*Креативные методы* обучения ориентированы на создание обучающимися личного образовательного продукта путем накопленных знаний и поиском оптимального решения проблемы.

*«Мозговой штурм»* ставит основной задачей сбор как можно большего числа идей в результате освобождения участников обсуждения от инерции мышления и стереотипов.

*Метод планирования* предполагает планирование образовательной деятельности на определенный период - занятие, неделю, тему, творческую работу.

*Метод рефлексии* помогает обучающимся формулировать способы своей деятельности, возникающие проблемы, пути их решения и полученные результаты, что приводит к осознанному образовательному процессу.

*Метод самооценки* вытекают из методов рефлексии, носят количественный и качественный характер, отражают полноту достижения обучающимися цели.

*Создание ситуаций успеха* на занятиях является одним из основных методов эмоционального стимулирования и представляет собой специально созданные педагогом цепочки таких ситуаций, в которых обучающийся добивается хороших результатов, что ведёт к возникновению у него чувства уверенности в своих силах и «лёгкости» процесса обучения.

## **6 Организационно-педагогические условия**

### **6.1 Материально-техническое обеспечение**

- ✓ Персональный компьютер с операционной системой Windows 10 и установленными программными пакетами трехмерного моделирования в количестве не менее 10 единиц.
- ✓ Оперативная память персонального компьютера должна составлять не менее 4 Гб.
- ✓ Объем видеопамати персонального компьютера должен составлять не менее 1 Гб
- ✓ Доступ в интернет
- ✓ Офисный пакет ПО MicrosoftOffice или аналогичный
- ✓ Установленное программное обеспечение - Компас 3D
- ✓ Установленное программное обеспечение AutodeskInventor
- ✓ Установленное программное обеспечение Poligon
- ✓ 3Dпринтеры с различными схемами реализации системы печати объектов.
- ✓ 3DпринтерPicasoDesignerХилиPicasoDesignerXPRO или 3DQ MiniDual V2вколичествене менее 4 единиц для изучения технологии послойного наплавления.
- ✓ 3Dпринтер на основе технологии SLA в количестве не менее 1 единицы.
- ✓ Интерактивная доска
- ✓ Мультимедийный короткофокусный проектор
- ✓ Индивидуальные средства защиты органов зрения (защитные очки) в количестве не менее 14 шт.
- ✓ Комплект прототипов по тематике трехмерной печати для прикладного изучения направлений применения данной технологии

### **6.2 Кадровое обеспечение**

Образовательный процесс по модулям программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими педагогическое образование, высшее образование или профильную подготовку, и систематически занимающимися научно-методической деятельностью. К образовательному процессу по модулям программы также привлекаются преподаватели, находящиеся в стадии обучения не ниже бакалавра.

К педагогическому коллективу, реализующему программы, с учетом специфики поставленных задач и целевой аудитории, предъявляются специальные требования:

- способствовать формированию готовности у обучающихся самостоятельно осваивать методы и способы самообразования и саморазвития,
- способствовать раскрытию творческих, личностных и профессиональных потенциалов обучающихся,
- уметь организовывать процесс рефлексии и обратной связи с обучающимися,
- уметь корректировать свою работу с учетом обратной связи с обучающимися.

### **6.3 Воспитательная работа и досуговая деятельность**

Воспитательная работа при реализации программы направлена на формирование личностных, познавательных и коммуникативных навыков, установление в группе обучающихся доброжелательной атмосферы, ориентирование учащихся на результативную работу, ответственность.

Кроме учебных занятий детям могут быть предложены досуговые мероприятия, проводящиеся для школьников во внеучебное время (см. Дополнительные материалы 2). К ним относятся соревнования по смежным направлениям программ ДО, инженерные квесты, викторины, мастер-классы, праздничные мероприятия и т.д., проводящиеся во время каникул для популяризации сфер технического творчества, повышения информированности детей и их родителей о деятельности центра ДНК.

### **6.4 Список рекомендованных источников**

*Нормативно-правовые документы*

- ✓ Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (Редакция от 04.08.2023 — Действует с 01.09.2023);
- ✓ Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- ✓ Национальный проект «Образование» (утвержден Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 г. № 16);
- ✓ Федеральные проекты «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда», «Патриотическое воспитание» и др.;
- ✓ Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»;
- ✓ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» (Зарегистрирован 06.12.2019 № 56722).

*Для педагогов:*

1. Инструкция пользователя Picaso 3D Designer. 2017 - 55 с.
2. Инструкция пользователя MakerBot. 2013 - 46 с.
3. Инструкция пользователя MakerBot. 2015 - 46 с.
4. Инструкция пользователяPrismMini v2. 2017 - 50 с.
5. Как выбрать 3D принтер?. Горьков Д. 2017 - 92 с.
6. 3D-печать с нуля. Горьков Д. 2015 - 92 с.
7. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития. Международный центр теоретической физики. 2013 - 192 с.
8. AutodeskInventor 2013 иInventorLTtrade - Основы. Официальный учебный курс. Трембли Том. 2013 - 348 с.