

Министерство образования науки и молодежной политики  
Нижегородской области

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по образовательной  
деятельности  
\_\_\_\_\_ Е.Г. Ивашкин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

# ДНК

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая  
программа  
«3-D печать в машиностроении»**

**Направленность:** техническая

**Возраст обучающихся:** 15 - 17 лет

**Длительность программы:** 72 часа

**Авторы:** Решетов Владимир Александрович,  
директор Центра системных  
технологий  
открытого образования (ЦСТО  
НГТУ)

Нижний Новгород, 2020

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1	<b>Полное название программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3-D печать в машиностроении»
2	<b>Авторы программы</b>	Решетов Владимир Александрович, директор Центра системных технологий открытого образования (ЦСТО НГТУ)
3	<b>Название образовательной организации</b>	ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р. Е. Алексеева», структурное подразделение «Дом научной коллаборации им. И.П. Кулибина», Нижний Новгород
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>	«3-D печать в машиностроении»
9	<b>Направленность программы</b>	Техническая
10	<b>Сроки реализации</b>	72 часа
11	<b>География участников программы</b>	г. Нижний Новгород
12	<b>Условия участия в программе</b>	15-17 лет

## **1. Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3-D печать в машиностроении» имеет техническую направленность.

### **Актуальность программы**

Актуальность дополнительной общеразвивающей программы «3-D печать в машиностроении» заключается в соответствии Концепции развития образования детей РФ на 2015-2020 гг., Майскими Указами Президента РФ Путина В.В., Стратегией – 2030 и др. нормативными актами и приоритетными проектами дополнительного образования РФ.

В рамках Стратегии-2030, все более востребованными становятся профессии технического профиля. Развитие производительных сил невозможно без технического образования. В связи с этим повышается роль технического творчества в формировании личности, способной в будущем к активному участию в развитии социально-экономического потенциала России. Данная практико-ориентированная образовательная программа призвана формировать в учащимся предпрофессиональные качества, необходимые для будущих рабочих и инженерных кадров, способствуют выявлению и развитию талантливых детей в области технического творчества.

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.

**Отличительные особенности** программы и новизна заключаются в том, что обучение имеет ярко выраженный практический характер, в основе методики обучения лежит практикоориентированный и проектный методы.

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.

Кейсовый метод позволяет сформировать навыки решения практических задач, освоить возможности, предоставляемые современными техническими средствами в сфере создания 3D-объектов. Задание кейса, носящее прогнозируемый результат для преподавателя, является проектом для обучающегося, поскольку отличается для него новизной. Таким образом, кейсовый метод не исключает проектного подхода к решению.

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.

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

### **Категория обучающихся**

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 позволить расширить индивидуальные способности как в области инженерного творчества так и может способствовать потенциальному росту профессиональных компетенций востребованы на данный момент в различных областях.

### **Сроки реализации программы, режим занятий и формы**

К занятиям допускаются дети без специального отбора.

Наполняемость группы не менее 6 и не более 12 человек.

Режим занятий: один раз в неделю по 2 академических часа с 10 минутным перерывом.

Объем учебной нагрузки в год – 72 часа, в неделю – 2 часа. Продолжительность учебного года – 36 недель, в том числе: в основном блоке вводный модуль – 8 часов; углубленный модуль – 28 часов; в развивающем блоке - 36 часов, в том числе математика (12 часов), проектная деятельность (24 часа).

Занятия проводятся в кабинете «3Д печать», оборудованном согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

Форма обучения – очная, с использованием дистанционных технологий, ИКТ. Форма занятий - групповая, по подгруппам, в парах.

Виды деятельности, формы работы:

- практическое занятие;
- занятие – соревнование;
- экскурсия;
- Workshop (рабочая мастерская - групповая работа, где все участники активны и самостоятельны);

- консультация;
- выставка.

Форма аттестации – промежуточная, с применением различных видов контроля.

## **2. Цель и задачи программы:**

**Цель:** формирование предметных (технических) компетенций по работе с высокотехнологичным оборудованием, изобретательству, инженерии посредством кейсовой системы обучения и проектно-исследовательской деятельности учащихся.

### **Задачи:**

#### **Обучения:**

- познакомить с основами теории решения изобретательских задач и инженерии;
- научить проектированию созданию 2D и 3D моделей;
- научить практической работе на аддитивном оборудовании;
- сформировать представление о сущности технологии трехмерной печати;
- познакомить с основными технологии трехмерного моделирования и трехмерной печати;
- познакомить с технологиями будущего, развивая навыки FutureSkills;
- сформировать навыки использования трехмерной печати 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.

#### **Развития:**



- стимулировать интерес к техническим наукам, материаловедению и обработке;
- развивать память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, креативность и лидерство;
- развивать критическое мышление, креативные способности и коммуникативные умения;
- стимулировать познавательную и творческую активность обучающихся посредством включения их в различные виды соревновательной и публичной деятельности;
- развивать способности к инженерно-конструкторской, исследовательской и проектной деятельности;
- выявлять и развивать навыки Soft skills: умения генерировать идеи, слушать и слышать собеседника, аргументированно обосновывать свою точку зрения, критическое мышление и умение объективно оценивать свои результаты.

#### **Воспитания:**

- формировать конструктивное отношение к проектной работе и развивать умение командной работы, координацию действий;
- расширять кругозор и культуру, межкультурную коммуникацию;
- воспитывать уважение к интеллектуальному и физическому труду;
- подготовить осознанный выбор дальнейшей траектории обучения;
- выявлять и повышать готовность к участию в соревнованиях разного уровня.

### **3. Планируемые результаты**

#### **Продуктовые результаты**

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 3D печати, 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 получат:

- навыки трехмерного моделирования;
- навыки создания трехмерных моделей;
- навыки подготовки трехмерных моделей для 3D печати;
- навыки работы с оборудованием для 3D печати;
- навыки пост обработки деталей полученных на основе 3D печати;

К продуктовому результату обучения относятся:

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

### **Образовательный**

- 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 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

#### 4. Учебно-тематический план

<i>№ п/п</i>	<i>Название раздела, темы</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Кейсы, раскрывающие содержание темы</i>	<i>Формы контроля (аттестации)</i>
1	Вводное занятие. Введение в предмет, техника безопасности	2		Опрос
2	Проектирование как способ решения проблемы	2		Дискуссия
3	Примеры использования технологии трехмерной печати в различных областях	4	Кейс - «Колесо – изготовление шины»	Контрольное задание
4	Этапы и условия проектирования	4		Опрос
5	Разновидности технологий трехмерной печати	2		Опрос
6	Цель и результаты проекта	4		Контрольное задание
7	Конструктивные особенности 3D принтеров	4		Опрос
8	Разновидности материалов для трехмерной печати	4		Опрос
9	Программное обеспечение для трехмерной печати	4		Опрос
10	История прямоугольной декартовой системы координат и область применения. Прямоугольная декартова система координат на плоскости.	2		Контрольное задание

11	Подготовка трехмерной модели для печати	4	Кейс - «Колесо – изготовление шины»	Опрос
12	Знакомство с историей теории графов. Задача Эйлера	2		Контрольное задание
13	Логика и теория множеств	2		Контрольное задание
14	Проектная команда	4		Дискуссия
15	Области применения теории множеств, представление результатов в виде творческих работ	4		Контрольное задание
16	Управляющие программы для 3D принтера	6		Контрольное задание
17	Особенности и типичные ошибки при трехмерной печати	4		Контрольное задание
18	Постобработка деталей полученные путем трехмерной печати	6	Кейс - «Колесо – изготовление шины»	Контрольное задание
19	Творческие задания	4		Защита проекта
20	Участие в конкурсах проектов	4		Защита проекта
<b>Итого часов:</b>		<b>72</b>		

## 5. Организационно-педагогические условия

### Материально-техническая база:

Занятия проводятся на базе образовательного центра «Дом научной коллаборации им. И.П. Кулибина» оборудованного согласно требований предъявляемых к данного типа площадкам.

№ п/п	Наименование оборудования	Модель	Кол-во
•	3D-принтер учебный	Учебная модульная станция Dobot MOOZ 3DF (3 в 1)	2
•	3D-принтер	3D ПРИНТЕР PICASO DESIGNER X PRO	1
•	Аккумуляторный универсальный резак	Bosch GOP 12V-28 0.601.8B5.020	1
•	Аккумуляторная циркулярная пила	Bosch GKS 12 V-LI 0.601.6A1.000	1
•	Набор инструмента	Универсальный набор инструментов Hyundai K 108	1
•	Клеевой пистолет	Клеевой термопистолет Bosch PKP 18 E	5

•	Плоскогубцы	5
•	Бокорезы	4
•	PLA пластик 1,75 черный 0,75 кг	5
•	PLA пластик 1,75 красный, 0,75 кг	5
•	PLA пластик 1,75 белый, 0,75 кг	5
•	PLA пластик 1,75 оранжевый, 0,75 кг	5
•	PLA пластик 1,75 бирюзовый, 0,75 кг	5
•	Этилацетат	15
•	Абразивная губка	10
•	Аэрозоль красн. насыщ глянец 400мл	8
•	Аэрозоль синий глянец 400мл	8
•	Аэрозоль черный глянец 400мл	8
•	Ноутбук с предустановленной ОС, клавиатурой и манипулятором типа мышь	6
•	ПО 3D-моделированию	1
•	Нож канцелярский	15
•	Грунтовка белая	2
•	Грунтовка черная	2
•	Перчатки тонкие, 100 шт.	1
•	Уайт-спирит	1
•	Акриловая краска аэрозоль, небесно-голубая	2
•	Акриловая краска аэрозоль, чёрная	2
•	Акриловая краска аэрозоль, зелёный бриллиант светлый	2
•	Акриловая краска аэрозоль, белый титан	2
•	Халат	2
•	Защитные очки	4

### **Кадровые условия:**

Программу реализуют несколько педагогических работников:  
основной блок (вводный и углубленный модуль) – преподаватели и магистранты НГТУ по профилю;  
формы промежуточной аттестации могут быть организованы педагогом-организатором или методистами;  
работа над командными проектами, участие в соревнованиях и

конференциях предусматривает сотрудничество с другими организациями дополнительного образования, наставниками от работодателей, инженером-преподавателем.

## **6. Формы аттестации и оценочные материалы**

### **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 форме защиты 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.

Критерий «Надежность знаний и умений» предусматривает определение начального уровня знаний, умений и навыков обучающихся, текущий контроль в течение занятий модуля, итоговый контроль. Входной контроль осуществляется на первых занятиях с помощью наблюдения педагога за работой обучающихся. Текущий контроль проводится с помощью различных форм, предусмотренных кейсами или дисциплинами. Цель текущего контроля – определить степень и скорость усвоения каждым ребенком материала и скорректировать программу обучения, если



это требуется. Итоговый контроль проводится в конце каждого модуля или дисциплины развивающего блока. Итоговый контроль определяет фактическое состояние уровня знаний, умений, навыков ребенка, степень освоения материала по каждому изученному разделу и всей программе объединения. Формы подведения итогов обучения: контрольные упражнения и тестовые задания; защита индивидуального или группового проекта; выставка работ; соревнования; взаимооценка обучающимися работ друг друга.

Критерий «Сформированность личностных качеств» предполагает выявление и измерение социальных компетенций: осознанности деятельности, ценностного отношения к деятельности, интереса и удовлетворенности познавательных и духовных потребностей. Предусмотрена психологическая диагностика и психологическая поддержка, педагогическое и психологическое наблюдение, проведение тестирования, анкетирования и других способов изучения личности.

Критерий «Готовность к продолжению обучения» является временным в первом цикле реализации программы. Предполагает сформированность установки на продолжение образования по иным модулям разного уровня сложности. Также учитывает готовность ребенка к публичной деятельности и участию в соревнованиях через использование методов социальных проб, наблюдения и опроса.

## **7. Учебно-методическое обеспечение 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 практикоориентированным инженерным проектам на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

### **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 практикоориентированная 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, ТРИЗ технологии, здоровье сберегающие 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.

## **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 обучающимся 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.

## **8. Тематическое содержание программы**

№	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	Проектирование как способ решения проблемы	<b>Теория.</b> История, терминология и задачи проектирования. Виды проектов. <b>Практика.</b> Задание «Представь идею проекта»
3.	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 3D принтера и печать примера модели.
4	Этапы и условия проектирования	<b>Теория.</b> Жизненный цикл проекта. Проблемная ситуация, ее виды. Этапы проектирования: описание проблемы, разработка способов ее решения (моделирование), прогнозирование, сравнение вариантов, проверка модели, создание прототипа, реализация проекта, оценка эффективности. Стартап. <b>Практика.</b> Встречи с успешными «стартаперами». Ролевая игра «Техзадание». Воркшоп.
5	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 3D принтеров с пояснением технологических особенностей.
6	Цель и результаты проекта	<b>Практика.</b> Анализ требований к цели в условиях реального проекта. Описание параметров результата командного проекта. Дерево целей. Работа в проектных командах над постановкой цели и описанием результата проекта. Планирование работы над проектом.
7	Конструктивные особенности 3D принтеров	<b>Теория:</b> знакомство с основными конструктивными элементами 3D принтеров. <b>Практика:</b> Сборка 3D принтера с акцентами на ключевых элементах при последовательной компоновке элементов. Запуск 3D принтера в режиме тестовой печати.

8	Разновидности материалов для трехмерной печати	<b>Практика:</b> знакомство с разновидностями материалов для трехмерной печати и технологическими условиями применения.
9	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
10	История прямоугольной декартовой системы координат и область применения. Прямоугольная декартова система координат на плоскости.	<b>Теория:</b> Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы. Определения, основные обозначения. <b>Практика:</b> Задачи древности, с историческим содержанием, нахождение расстояний до удаленных предметов, координат различных объектов по широте и долготе. Генерация идей и поиск решения.
11	Подготовка трехмерной модели для печати	<b>Теория:</b> освоение алгоритмов подготовки трехмерных моделей для печати на 3D принтере. <b>Практика:</b> подготовка к печати индивидуальных работ (моделей) для 3d печати.
12	Знакомство с историей теории графов. Задача Эйлера	<b>Теория:</b> Знакомство с понятиями «граф», «вершины и ребра графа», «изолированная вершина», «полный граф». Задача Эйлера. Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы. <b>Практика:</b> Мозговой штурм. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов ее решения.
13	Логика и теория множеств	<b>Теория:</b> Основные определения, обозначения и свойства логики высказываний. <b>Практика:</b> Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов ее решения. Задание на проверку истинности высказываний, составление таблицы истинности.
14	Проектная команда	<b>Практика.</b> Игра «Лидер и аутсайдер». Игровые задания на совместимость и кооперацию. Форсайт «Проектная команда в различных отраслях экономики». Дискуссия «Команда мечты». Командный зачет «Предпроектное решение».
15	Области применения теории множеств, представление результатов в виде творческих работ	<b>Практика:</b> Представление результатов в виде творческих работ на темы: «Двоичный код», «Области практического применения теории множеств».
16	Управляющие программы для 3D принтера	<b>Практика:</b> освоение программ для программирования к 3D печати подготовленных трехмерных моделей.
17	Особенности и типичные ошибки при трехмерной печати	<b>Практика:</b> работа с 3D принтером на предмет моделирования типичных ошибок при трехмерной печати.
18	Постобработка деталей полученные путем трехмерной печати	<b>Практика:</b> освоение способов постобработки деталей полученных путем 3D печати.

19	Творческие задания	<b>Практика:</b> Составление задач: с помощью графа, с моделированием ориентированного, неориентированного и взвешенного графа, на рукопожатие, в виде алгоритма, иерархические информационные модели. Задания на нахождение кратчайшего пути и подсчет всех путей прохода из пункта А в В. Поиск решения проблемы математическими средствами. Задача на оптимизацию.
20	Участие в конкурсах проектов	<b>Практика.</b> Подготовка проектов к требованиям соревнований. Оформление проектов. Участие в соревнованиях

## 9. Список рекомендованной литературы

### Список рекомендованной литературы для преподавателя:

#### Основная:

- Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. — 4-е изд. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. — Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. — 640 с.
- Лук Александр Наумович. Мышление и творчество. М., Политиздат, 1976. 144 с. (Философ. б-чка для юношества).
- Туник Е.Е. Модифицированные креативные тесты Вильямса. - СПб: Речь, 2003. - 96 с.
- Абашеева Л. Н. Проектная деятельность одно из средств творческого саморазвития личности учащихся // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2009. №4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/proektnaya-deyatelnost-odno-iz-sredstv-tvorcheskogo-samorazvitiya-lichnosti-uchaschihsya> (дата обращения: 15.01.2017).
- Горобец Людмила Николаевна «Метод проекта» как педагогическая технология // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. 2012. №2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-proekta-kak-pedagogicheskaya-tehnologiya> (дата обращения: 15.01.2017).
- Азбель А.А. Как помочь современному выпускнику выбрать профессию. / Психология современного подростка / Под. Ред. Л. А. Регуш. – СПб.: Речь, 2005. - 338-355.
- Азбель А.А. Методика изучения статусов профессиональной

идентичности. / Выбираем профессию. Советы практического психолога. А.Г. Грецов. – СПб.: Питер, 2005. – 40 – 49.

- Азбель А.А. (Сомова Н.Л.) Взаимосвязь статусов профидентичности и жизненных проблем старшеклассников. // Ананьевские чтения – 2005: Материалы научно-практической конференции «Ананьевские чтения – 2005» / Под. ред. Л.А. Цветковой, Л.М. Шипициной. – СПб.: Изд-во С.- Петерб. ун-та 2003г. - 295-297.
- Большаков, В. Бочков А., Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. - Изд. Питер. 2012
- Большаков В. КОМПАС-3D для студентов и школьников. Изд-во БХВ-Петербург, 2010.
- Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений. — М.: Астрель, 2009.
- Григорьев С.Н., Смуров И.Ю. Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом // Инновации. 2013. Т. 10. С. 2-8.

#### **Дополнительная:**

- Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986.
- Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. — М: Московский рабочий, 1969.
- Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением: жизн. стратегия творч. личности. — Мн: Белорусь, 1994.
- Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: пер. с англ. — М.: Мир, 1969. John R. Dixon. Design Engineering: Inventiveness, Analysis and Decision Making. McGraw-Hill Book Company. New York. St. Louis. San Francisco. Toronto. London. Sydney. 1966.
- Иванов Г.И. Формулы творчества, или как научиться изобретать: кн. для учащихся ст. классов. — М.: Просвещение, 1994.
- Официальный сайт фонда Г.С Альтшуллера - <https://www.altshuller.ru/school/school1.asp>
- Фиговский О.Л. Инновационный инжиниринг - путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий // Инженерный вестник дона. 2014. №1. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321
- Ройтман И.А., Владимиров Я.В. Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений. — Смоленск,



2000.

- Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А.И. Боровков [и др.]. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
- Малюх В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.
- Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27
- Сироткин О.С. Современное состояние и перспективы развития аддитивных технологий // Авиационная промышленность. 2015. № 2. С. 22-25.

### **Список рекомендованной литературы для обучающихся:**

#### **Основная:**

- Альтов Г.С. ...И тут появился изобретатель. - М.: Дет. лит., 1984
- Буляница Т. Дизайн на компьютере: Самоучитель. – СПб.: Питер, 2003.
- Гагарин Б.Г. Конструирование из бумаги.- Ташкент, 1988
- Евдокимова Л.Н. Эстетико-педагогические условия развития творческого мышления младших школьников (диссертация). - Екатеринбург, 1998
- Залогова Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: - М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005 г.
- Компьютер в вашей школе. Учебное пособие. Творческое кооперативное объединение «АСТ». 129085, РФ, г. Москва, б-р
- Лиштван З.В. Конструирование/ З.В. Лиштван. - М.: Просвещение, 2002

#### **Дополнительная:**

- <https://habrahabr.ru/post/196182/> - короткая и занимательная статья с «Хабрахабр» о том, как нужно подготавливать модель.
- <https://solidoodletips.wordpress.com/2012/12/07/slicershootout-pt-4/> — здесь можно посмотреть сравнение работы разных слайсеров. Страница на английском, но тут всё понятно и без слов.
- <https://www.youtube.com/watch?v=jTd3JGenCco> — аддитивные технологии.
- [https://www.youtube.com/watch?v=vAH\\_Dhv3I70](https://www.youtube.com/watch?v=vAH_Dhv3I70) — Промышленные

## Приложения

### Приложение 1

#### Нормативно-правовая база

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (принят ГД ФС РФ 21.12.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://graph-kremlin.consultant.ru/page.aspx?1646176>
- Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016г. №642 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
- О Национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. N 196 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» [Электронный ресурс].-...
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» [Электронный ресурс].

- Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/14644/>
- Концепция развития дополнительного образования детей (утв. распоряжением Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
- Распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/18312/>
- Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 мая 2015 года № 996-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/media/files/f5Z8H9tgUK5Y9qtJ0tEFnyHlBitwN4gB.pdf>

## Приложение 2

### Пример кейса

#### **Кейс 2. «Колесо – изготовление шины»**

##### **Описание проблемной ситуации.**

Колесо - самое простое из инженерных решений человечества.

Сцепление с землёй происходит только по подошве колёс, они выполняют роль поддерживающей системы для транспортного средства. При использовании колёс для различных транспортных средств необходимо обеспечивать необходимое сцепление их с

землѐй, что может быть достигнуто применением специализированного покрытия колѐс. Как бы вы решили эту проблему? Возможно, ли разработать улучшенные параметры для каждого типа поверхности?

**Категория кейса: вводная.**

Место кейса в структуре модуля: базовый, мотивационный кейс.

Количество учебных часов: кейс рассчитан на 12 ч/ 6 занятий.

Занятие 1.

**Цель:** Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

*Что делаем:*

- Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность).
- Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.

*Компетенции:*

- Умение генерировать идеи указанными методами, слушать и слышать собеседника, аргументированно отстаивать свою точку зрения, искать информацию в свободных источниках и структурировать ее.
- Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Занятие 2.

**Цель:** Проектирование модели изделия.

*Что делаем:*

- Разработка и создание 3D модели поверхности колеса для

более улучшенного сцепления с поверхностью.

**Компетенции:**

- Умение создавать 3D модели.

### Занятие 3.

**Цель:** Технологическая подготовка модели

*Что делаем:* Выявление технологических ограничений оборудования для получения более результативного итога.

*Компетенции:* Знание основ материаловедения, аддитивных технологий.

### Занятие 4.

**Цель:** Подготовить задание для печати.

*Что делаем:* Импорт 3D модели и выбор материала, расположение 3D модели на рабочем столе принтера, создание и модификация поддержек, запуск 3D принтера.

*Компетенции:* Знание основ материаловедения, аддитивных технологий.

### Занятие 5.

**Цель:** Печать изделия.

*Что делаем:*

- Печать изделия
- Контроль полученного результата.
- Постобработка изделия.

*Компетенции:* Владение аддитивными технологиями

### Занятие 6.

**Цель:** Выполнить подготовку к публичной демонстрации и защите результатов кейса

*Что делаем:*

Подготовка выступления и презентации по итогам работы над

кейсом.

Создание презентации.

### **Рефлексия.**

Обсуждение результатов кейса.

*Компетенции:*

- Владение навыкам выступления.
- Навыки работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.
- Метод работы с кейсом: метод проектов.

Минимально необходимый уровень входных компетенций: требования к минимальному уровню входных компетенций отсутствуют, за исключением знания персонального компьютера на уровне пользователя, основных физических понятий материального мира.

Предполагаемые образовательные результаты учащихся (артефакты, решения), формируемые навыки (Soft и Hard Skills).

В результате прохождения данного образовательного модуля обучающийся должен знать следующие ключевые понятия: колесо, ось, тело вращения, поверхность сопряжения двух тел, площадь поверхности, шероховатость, упругость, объем геометрической фигуры, давление.

Прохождение данного образовательного модуля должно сформировать у обучающихся следующие компетенции, которые могут быть применены в ходе реализации последующих образовательных модулей:

- умение генерировать идеи;
- умение слушать и слышать собеседника;
- умение аргументированно отстаивать свою точку зрения;

• умение искать информацию в свободных источниках и структурировать ее;

- умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи;
- навыки командной работы;
- умение грамотно письменно формулировать свои мысли;
- критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы;

- навыки публичных выступлений;
- основы работы в программах по 3D моделированию;
- основы работы на оборудовании аддитивных технологий;
- основам слайсинга для создания поддержек и оптимизации размещения моделей на рабочих поверхностях устройств;
- основам материаловедения и особенностей различных поверхностей.

Процедуры и формы выявления образовательного результата: промежуточный контроль результата проектной деятельности осуществляется по итогам выполнения групповых и индивидуальных заданий, а также по итогам самостоятельной работы участников команды.

Итоговый контроль состоит в публичной демонстрации результатов проектной деятельности перед экспертной комиссией с ответами на вопросы по содержанию проекта, методам решения и полученным инженерно-техническим и изобретательским результатам. Для оценивания продукта проектной деятельности необходимо разработать критерии оценивания.

#### **Необходимые расходные материалы и оборудование:**

Для успешного выполнения кейса потребуется оборудование, материалы, программное обеспечение и условия. Количество

единиц оборудования и материалов приведено из расчета количественного состава группы обучающихся (10 человек).

Распределение комплектов оборудования и материалов – 1 комплект на 1 обучающегося:

- работа над кейсом должна производиться в хорошо освещенном, просторном, проветриваемом помещении;

- компьютер с монитором, клавиатурой и мышкой, на который установлено следующее программное обеспечение: программа для 3D моделирования и специализируемая программа для работы с 3D принтером–10 шт.;

- 3D-принтер учебный с принадлежностями - 2 шт;

- ручной инструмент постобработки -10 комплектов;

- комплект расходных материалов для 3D принтера с изменяемой упругостью 10 комплектов;

- компьютеры должны быть с доступом в Интернет;

- презентационное оборудование (проектор с экраном/телевизор с большим экраном) с возможностью подключения к компьютеру (ноутбуку) – 1 комплект;

- флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей – 1 шт.;

- каждый стол для работы над кейсом должен позволять разместить за одним компьютером одного обучающегося и предоставлять достаточно места для работы с компонентами создаваемого устройства.

В ходе работы предлагается следующее распределение участников в группе:

- участники работают все вместе в ходе обсуждения проблемной ситуации, рефлексии и подготовки к защите проекта;



- участники работают индивидуально в ходе проектирования, разработки и печати изделия и выполняют индивидуальные занятия.

*Список рекомендуемых источников:*

1. Работа автомобильной шины / под ред. В.И. Кнороза. - М.: Транспорт, 1976. - 238 с.

2. Кожевников С.Н. Теория механизмов и маши. - М.: Машиностроение, 1969. - 584 с.

3. Ильюшин А. А. Механика сплошной среды. — М.: Изд-во Моск. ун- та, 1978. — 287 с. \_\_

**Руководство для наставника**

Педагогический сценарий:

Кейс представляет собой инженерную разработку устройства для решения практико-ориентированной задачи (актуальной проблемной ситуации).

В связи с этим сценарий кейса включает в себя:

- Введение в проблему: знакомство с проблемой происходит посредством проведения беседы с группой обучающихся: приведение конкретных жизненных примеров, в которых проблемная ситуация раскрывается; приведение неоспоримых фактов того, что решение проблемной ситуации не может быть отложено на неопределенный срок.

- Погружение в проблему: погружение в проблему происходит через групповое обсуждение; анализ материалов, выявление существующих готовых технических решений для данной или похожих проблемных ситуаций; выявление достоинств и недостатков найденных решений.

- Поиск технического решения: в зависимости от возрастного состава участников группы и уровня их подготовки рекомендуется использовать:

  - мозговой штурм;

  - метод фокальных объектов;

  - методы теории решения изобретательских задач и методы поиска технических решений;

  - метод изобретательской разминки, понятие продуктивного мышления; метод инженерных ограничений.

- Техническое задание: составление минимального технического задания на разработку технического решения с указанием продолжительности выполнения каждого этапа технического задания.

- Создание изделия: непосредственно выполнение этапов технического задания и создание изделия.

- Тестовые испытания: проведение тестовых испытаний для подтверждения решений, поиск и устранение недочетов в работе.

- Доработка изделия: итоговая доработка изделия, завершение разработки прототипа.

- Презентация: подготовка выступления и представление итогов работы над кейсом в виде презентации с демонстрацией работы прототипа.

- Рефлексия: в завершение проводится подведение итогов и групповая рефлексия. Вопросы рефлексии должны быть направлены на понимание, как был достигнут результат, что не получилось, что можно улучшить, насколько эффективно работала команда.