Государственное автономное нетиповое образовательное учреждение
Свердловской области «Дворец молодёжи»
Дворец технического творчества

Принята на заседании
научно-методического совета
ГАНОУ СО «Дворец молодёжи»
Протокол № 4 от 03 июня 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор
ГАНОУ СО «Дворец молодёжи»
А.Н. Слизько
Приказ № 464-д от 4 июня 2021г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 02487D860079AC25AD4017CA3416FD0841
Владелец: Слизько Александр Николаевич
Действителен: с 20.11.2020 до 08.01.2022

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности

«**Лаборатория прототипирования**»
стартовый, базовый уровни

Возраст обучающихся: 11-17 лет
Срок реализации: 2 года

СОГЛАСОВАНО:
Начальник
Дворца технического творчества
Ахмадеев А.А.
«19» мая 2021 г.

Автор-составитель:
Шумилов И.А.,
педагог дополнительного
образования

г. Екатеринбург, 2021 г.

Комплекс основных характеристик программы

Пояснительная записка

Прототипирование – это направление, в котором сосредоточены новейшие способы обработки материалов и создания объектов. В области создания прототипов не обойтись без быстрых и качественных методик по реализации инженерной мысли. В повседневной жизни во всех отраслях нам помогают электронные помощники, также и при проектировании чего-либо, машина берет на себя огромные, монотонные вычисления, разгружая разработчика, позволяя ему сконцентрироваться на поставленной задаче. Знать и уметь применять их – залог успеха.

Дополнительная общеразвивающая программа «Лаборатория прототипирования» имеет **техническую направленность**, направлена на формирование инженерного мышления и научной картины мира, развитие конструкторских и исследовательских способностей обучающихся.

Актуальность программы. Тенденции развития современного мира задают новые стандарты в области изучения методов производств товаров. На сегодняшний день технологии прототипирования являются обязательным этапом в процессе разработки и подготовки производства практически любого нового изделия в отраслях машиностроения. Владение данными навыками позволяет не только оценить внешний вид разрабатываемого изделия, но и проверить элементы конструкции, ее собираемость и т.п. Освоение технологий прототипирования и 3D-технологий поспособствует первичной подготовки обучающихся к новым тенденциям в технических отраслях.

Таким образом, данная программа направлена на освоение обучающимися навыков прототипирования и 3D-технологий. В свою очередь это поспособствует воспитанию конкурентоспособной личности, легко адаптирующейся в реалиях современного мира.

Новизна программы, отличительные особенности. Новизна программы заключается в новом формате образования, формирующем современную практико-ориентированную образовательную среду, что в свою очередь позволяет развить у обучающихся правильное восприятие профессии. Изменение подхода к обучению заключается во включении в образовательный процесс исследовательской и изобретательской деятельности, организации коллективных проектных работ, внедрения методов кейсового и проектного обучения.

Кроме того, новизна программы заключается не только в выборе технологий обучения, но и в предметной траектории программы. Обучение прототипированию и 3D технологиям – само по себе новое веяние в образовательном пространстве.

Содержание Модуля I общеразвивающей программы соответствует **начальному уровню сложности,** содержание Модуля II базовому уровню

сложности. Программа предполагает освоение специализированных знаний, изучение основ теории, формирование умения применять полученные знания и комбинировать их.

Адресат общеразвивающей программы.

Дополнительная общеразвивающая программа «Лаборатория прототипирования» предназначена для детей в возрасте 11-17 лет, проявляющих интерес к 3D-технологиям и изобретательству, не имеющих медицинских противопоказаний. На обучение по Модулю I принимаются все желающие. Для обучения по Модулю II ребенок должен пройти программу Модуля начального уровня сложности или иметь базовый навык работы с программой Autodesk Inventor.

Объем общеразвивающей программы.

Общее количество учебных часов, запланированных на весь период освоения программы – 288.

Срок освоения.

Срок освоение общеразвивающей программы определяется содержанием программы и составляет 2 года при условии реализации обоих модулей.

Режим занятий:

Длительность одного занятия – 2 академических часа. Периодичность занятия – 2 раз в неделю. Наполняемость группы - до 10 человек. Программу планируется реализовывать в рамках *сетевого взаимодействия.*

Формы обучения и виды занятий

Программа предполагает очную форму, с возможностью использования дистанционной формы обучения при необходимости.

Программа предполагает обучение детей 11-17 лет.

В работе с каждым возрастным периодом есть свои специфические методы обучения, но в образовательной программе «Лаборатория прототипирования» сквозными являются кейс-метод и проектная деятельность, которые в большей или меньшей степени применяются в том или ином возрастном периоде.

В подростковом возрасте основную роль в психическом развитии играет устанавливающаяся система социальных взаимоотношений с окружающими. Основные новообразования: стремление к взрослости, самостоятельность, активное развитие самосознания. Что касается интеллектуального развития, то в подростковом и раннем юношеском возрасте завершается формирование когнитивных процессов. Мысль окончательно соединяется со словом, и образуется внутренняя речь, как основное средство мышления и организации познавательных процессов. Интеллект становится речевым, а речь интеллектуализированной. Возникает полноценное теоретическое мышление и идет процесс активного формирования научных понятий. Подростковый и ранний юношеский возраст - благоприятный период для формирования и развития

«практического интеллекта», атрибутами которого принято считать: здравый смысл, смекалку, интуицию и «золотые руки». Кейс-метод и проектная деятельность направлены на то, чтобы развить в подростке эти качества.

Кейс-метод – это метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путём решения конкретных задач-ситуаций. Главное его предназначение – развивать способность находить решение проблемы и учиться работать с информацией. При этом акцент делается не на получение готовых знаний, а на их выработку, на сотворчество в группах «наставник (педагог)+ ребёнок» и «ребёнок + ребёнок».

Проектная деятельность – совместная учебно-познавательная, творческая или игровая деятельность обучающихся, имеющая общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленная на достижение общего результата деятельности. Это возможность максимального раскрытия своего творческого потенциала. Данный метод обучения позволяет проявить себя индивидуально или в группе, попробовать свои силы, приложить свои знания, принести пользу, показать публично достигнутый результат. Это деятельность, направленная на решение интересной проблемы, сформулированной зачастую самими обучающимися в виде задачи, когда результат этой деятельности - найденный способ решения проблемы - носит практический характер, имеет важное прикладное значение и интересен и значим для самих открывателей.

Таким образом, для образовательного процесса характерно сочетание индивидуальных и групповых формы деятельности и творчества, разновозрастное сотрудничество, командная работа на результат, рефлексия и постоянный мониторинг траектории образовательной деятельности каждого обучающегося. В свою очередь, использование данных методов позволяют подготовить ребенка к взрослой жизни.

Цель и задачи общеразвивающей программы

Цель программы – привлечение обучающихся к процессу инженерного творчества посредством изучения прототипирования, содействие в профессиональном самоопределении обучающихся.

Обучающие задачи:

—формирование представления о прототипировании, его значении в области производства;

—формирование навыков безопасной работы в технической лаборатории;

—свободное владение учащимися специальными понятиями и терминами;

—изучение принципа работы программы Autodesk Inventor;

—изучение аддитивных технологий посредством создания 3D-моделей, формирование навыков работы с 3D-принтером;

—формирование навыков работы с 3D-сканером;

—создание условий для развития навыков технического рисования, макетирования, 3D-моделирования и прототипирования.

Развивающие задачи:

—знакомство с процессом разработки проекта, его основными этапами;

—развитие аналитических способностей, творческого и инженерно-конструкторского мышления;

—совершенствование коммуникативных умений;

—развитие навыков публичных выступлений;

—формирования навыков прогнозирования и ретроспективного анализ, умение формулировать выводы и делать работу над ошибками.

Воспитательные задачи:

—повышение мотивации обучающихся к изобретательству и исследовательской деятельности;

—развитие навыков командной работы;

—совершенствование умения адекватно оценивать и презентовать результаты совместной или индивидуальной деятельности в процессе создания и презентации технического проекта;

—формирование стремления у обучающихся к получению качественного результата.

Содержание общеразвивающей программы

Учебный план

Модуль 1

№ п/п	Название темы/раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	теория	практика	
1	**Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в кабинете.**	**2**	**2**		Устный опрос
2	**Интерфейс системы Autodesk Inventor. Операции построения и редактирования**	**6**		**6**	
2.1	Интерфейс системы Autodesk Inventor	2		2	
2.2	Редактирование в Autodesk Inventor	4		4	
3	**Аддитивные технологии**	**54**	**10**	**44**	
3.1	2-х мерное черчение	10	2	8	
3.2	Создание 3D модели. Простейшие операции (выдавливание).	10	2	8	
3.3	Создание 3D модели. Простейшие операции (вращение, лофт).	8	2	6	Опрос
3.4	Создание сборочных деталей	14	4	10	
3.5	Кейс №1 «Транспортное средство будущего»	12		12	Анализ выполненной работы
4	**3D печать**	**38**	**8**	**30**	
4.1	Введение. Сферы применения 3D-печати.	2	2		
4.2	Типы принтеров и компании. Технологии 3D-печати.	2	1	1	

4.3	Настройка и единицы измерения.	2	1	1	
4.4	Основная проверка модели	4	1	3	
4.5	Информация о модели и ее размер. Полые модели.	2	1	1	
4.6	Настройка программы CURA	6	1	5	
4.7	Факторы, влияющие на точность.	4	1	3	
4.8	Кейс «Печать модели по выбору»	16		16	Анализ выполненной работы
5	**3D-сканирование**	**28**	**6**	**22**	
5.1	Что такое 3D сканер и как он работает? История появления	2	2		
5.2	Методы трехмерного сканирования.	2	1	1	
5.3	Технологии трехмерного сканирования.	4	1	3	
5.4	Программное обеспечение для 3D сканера. Обзор 3D-сканера.	4	1	3	
5.5	Обработка файла после сканирования.	8	1	7	
5.6	Кейс «Сканирование объекта по выбору и обработка файла»	8		8	Анализ выполненной работы
6	**Итоговый Кейс «Создание и сканирование сложной модели»**	**16**		**16**	Защита проекта
	ИТОГО	**144**	**26**	**118**	

Модуль 2

№ п/п	Название темы/раздела	Количество часов			Формы контроля
		всего	теория	практика	
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в кабинете.	2	2		Устный опрос
2	Производственные чертежи, ГОСТ.	4	2	2	Опрос
3	Построение 3D моделей на основе производственного чертежа или эскиза	14		14	Анализ выполненной работы
4	3D-рендеринг	4	2	2	
5	Кейс "3D-рендеринг произвольной детали"	10		10	Анализ выполненной работы
6	Устройство 3D принтера и его настройка	10	2	8	
7	Программа CURA	4	1	3	
8	Теоретическая механика	6	6		Опрос
9	Разработка сложного механизма	20		20	Анализ выполненной работы
10	Анализ изделия на прочность с помощью внутренних инструментов Autodesk Inventor	6	1	5	
11	Кейс "Разработка подвижного узла и расчет коэффициента прочности	64		64	Защита проекта
	ИТОГО	144	10	134	

Содержание учебного плана

Модуль 1

Раздел 1. **Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в кабинете.**

Знакомство. Общая информация по организации занятий, требования. Вводный инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в кабинете.

Понятие «Прототипирование», сферы применения, актуальность и перспективы.

Раздел 2. **Интерфейс системы Autodesk Inventor. Операции построения и редактирования.**

Тема 2.1. «Интерфейс системы Autodesk Inventor»

Практика: Настройка рабочего стола. Построение отрезков, окружностей, дуг и эллипсов.

Тема 2.2. Редактирование в Autodesk Inventor.

Практика: Сдвиг и поворот, масштабирование и симметрия, копирование и деформация объектов, удаление участков кривой.

Раздел 3. **Аддитивные технологии**.

Тема 3.1. 2-х мерное черчение.

Теория: Понятие 2-х мерного черчения. Приемы 2-х мерного черчения.

Практика: Отработка навыка построения 2-х мерного чертежа.

Тема 3.2. Создание 3D модели. Простейшие операции (выдавливание).

Теория: Создание 3D модели. Булевы операции. Основные приемы.

Практика: Создание 3D модели. Булевы операции. Отработка приемов.

Тема 3.3. Создание 3D модели. Простейшие операции (вращение, лофт).

Теория: Создание 3D модели. Простейшие операции (вращение, лофт).

Практика: Отработка освоенных навыков на практике.

Тема 3.4. Создание сборочных деталей

Теория: Создание 3D модели. Простейшие операции (вращение, лофт).

Практика: Отработка освоенных навыков на практике.

Тема 3.5. Кейс №1 «Транспортное средство будущего»

Практика: Создание и защита кейса.

Раздел 4. **3D печать.**

Тема 4.1. Введение. Сферы применения 3D-печати.

Теория: Доступность 3D печати в архитектуре, строительстве, мелкосерийном производстве, медицине, образовании, ювелирном деле, полиграфии, изготовлении рекламной и сувенирной продукции. Основные сферы применения 3D печати в наши дни

Практика: Правка модели.

Тема 4.3. Настройка и единицы измерения.

Теория: Расположение окон, их переключение, сохранение единиц измерения. Настройки проекта и пользовательские настройки.

Практика: Правка модели

Тема 4.4. Основная проверка модели.

Теория: Неманифолдная (не закрытая/не герметичная) геометрия 3D объекта. Non-manifold-геометрия.

Практика: Правка модели

Тема 4.5. Информация о модели и ее размер. Полые модели.

Теория: Печать точной модели. Усадка и диаметр экструзии расплава, диаметр экструзии. Заполнение детали при 3D печати.

Практика: Правка модели

Тема 4.6. Настройка программы CURA.

Теория: Экспорт моделей с правильными габаритами в формат .STL.

Практика: Правка модели, добавление принтера.

Тема 4.7. Факторы, влияющие на точность.

Теория: Точность позиционирования, разрешающая способность, температура сопла, температура стола, калибровка.

Практика: Правка модели

Тема 4.8. Кейс «Печать модели по выбору»

Практика: Выбор из выполненных моделей в течение года.

Раздел 5. 3D-сканирование

Тема 5.1. Что такое 3D сканер и как он работает? История появления

Теория: История. Принцип работы 3d сканера. Бесконтактные 3d сканеры.

Тема 5.2. Методы трехмерного сканирования.

Теория: Контактная (контактирует с объектом), Бесконтактная.

Практика: Сканирование модели

Тема 5.3. Технологии трехмерного сканирования.

Теория: Технологии 3D сканирования. Активный принцип излучения. Пассивный принцип излучения. Устройство и принцип работы 3d сканера по системе бесконтактного пассивного сканирования.

Практика: Сканирование модели

Тема 5.4. Программное обеспечение для 3D сканера. Обзор 3D-сканера.

Теория: ПО. Особенности и параметры 3D-сканера

Практика: Сканирование модели

Тема 5.5. Обработка файла после сканирования.

Теория: Инструменты редактирования. Настройки редактирования.

Практика: Сканирование модели

Тема 5.6. Кейс «Сканирование объекта по выбору и обработка файла»

Практика: Сканирование объекта по выбору и обработка файла (из выполненных моделей в течение года).

Раздел 6. Итоговый Кейс «Создание и сканирование сложной модели».

Практика: Создание и сканирование сложной модели (итоговая аттестация).

Модуль 2

Тема 1. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в кабинете.

Теория: Общая информация по организации занятий, требования. Вводный инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в кабинете.

Тема 2. Производственные чертежи, ГОСТ.

Теория: Понятие производственного чертежа, ГОСТ

Практика: Изучение чертежей с действующих предприятий и проверка на соответствие ГОСТу.

Тема 3. Построение 3D моделей на основе производственного чертежа или эскиза

Практика: Построение модели в программе Autodesk Inventor.

Тема 4. 3D-рендеринг

Теория: Основные понятия: рендеринг, визуализация, перспектива. Способы создания рендеринга. Настройки рендеринга. Задание сцены. Настройки сцены. Рендеринг с детальной настройкой сцен. Сохранение фотореалистичного изображения детали.

Практика: рендеринг ранее созданной модели

Тема 5. Кейс «3D-рендеринг произвольной детали»

Практика: 3D-рендеринг произвольной детали на усмотрение педагога

Тема 6. Устройство 3D принтера и его настройка

Теория: Конструкция 3Д принтера. Назначение каждой из деталей.

Практика: Изучение составляющих модулей 3D- принтера на разобранном 3Д принтере. Сборка, настройка 3D- принтера

Тема 7. Программа CURA

Теория: Параметры программы

Практика: Настройка интерфейса и добавление принтера без стандартных библиотек.

Тема 8. Теоретическая механика

Теория: Основы теоретической механики.

Тема 9. Разработка сложного механизма

Практика: Разработка подвижного механизма с использованием более 10 подвижных элементов.

Тема 10. Анализ изделия на прочность с помощью внутренних инструментов Autodesk Inventor

Теория: Понятие прочности детали и коэффициент запаса прочности.

Практика: Анализ изделия на прочность с помощью внутренних инструментов Autodesk Inventor.

Тема 11. Кейс «Разработка подвижного узла и расчет коэффициента прочности»

Практика: Расчет запаса прочности всей конструкции. За основную конструкцию можно взять ранее спроектированные детали.

Планируемые результаты

По окончании программы у обучающихся должно сформироваться представление о профессии инженера конструктора, как о творческой и точной деятельности, позволяющей создавать предметную среду с положительным пользовательским опытом.

Предметные результаты:

—понимание значения прототипирования в современном мире, его главных особенностей и перспектив;

— знание принципов безопасной работы в технической лаборатории, соблюдение техники безопасности;

—владение понятийным аппаратом, использование специальных терминов в дискуссиях;

—владение навыками трехмерного моделирования;

—освоение макетирования из различных материалов;

—умение работать в программе Autodesk Inventor, программа CURA;

—умение работать с 3D-печатью и 3D-принтером, 3D-сканером;

—умение создавать сложные прототипы посредством аддитивных технологий;

—понимание сфер использования аддитивных технологий в современном мире.

Личностные результаты:

— формирование смелых инженерных идей;

—осознание себя членом одной команды;

—принятие культуры поведения и взаимоотношения в учебной группе;

—установка на взаимопомощь в рамках наставничества;

—стремление к совершенствованию предметной среды и окружающего мира;

—оценивание результатов деятельности как личных, так и других обучающихся с точки зрения доброжелательного отношения к иному мнению;

—соблюдение правил безопасного поведения на занятиях.

Метапредметные результаты:

—способность добывать новые знания: находить ответы на вопросы, используя разные источники информации, свой жизненный опыт;

—использование своей фантазии и творческого подхода к созданию образа;

—освоение навыков публичного выступления, высказывание и обоснование своей точки зрения

—умение анализировать процессы взаимодействия пользователя со средой (одна из стадий проектной деятельности);

—умение выявлять и фиксировать проблемные стороны существования человека в предметной среде (одна из стадий проектной деятельности);

—умение формулировать и разбивать задачу на этапы ее выполнения;

—прохождение стадий реализации своих идей и доведения их до окончательного результата;

—умение слушать и слышать других, быть готовым корректировать свою точку зрения, договариваться и приходить к общему решению в совместной деятельности, задавать вопросы.

Комплекс организационно-педагогических условий

Календарный учебный график на 2021-2022 учебный год

№ п/п	Основные характеристики образовательного процесса	
1	Количество учебных недель	36
2	Количество часов в неделю	4
3	Количество часов в год (каждый модуль)	144
4	Недель в I полугодии	16
5	Недель в II полугодии	20
6	Начало занятий	13 сентября 2022
7	Каникулы	31 декабря-9 января*
8	Окончание учебного года	29 мая 2022

Условия реализации общеразвивающей программы

Материально-техническое обеспечение

— 3D принтер;
— 3D сканер;
— доска магнитно-маркерная;
— ноутбуки.

Информационное обеспечение:

— видео ролики;
— мультимедийные презентации;
— методические разработки;
— подборка профессиональной литературы;
— схемы, чертежи.

Кадровое обеспечение

Педагог, реализующий данную программу, должен обладать знаниями в области прототипирования, аддитивных, технологий. Кроме того, должен обладать знаниями методов преподавания, навыками организации учебного процесса, уметь находить индивидуальный подход к обучающимся.

Формы аттестации и оценочные материалы

Формы, методы контроля результативности обучения: опрос, анализ выполненной работы, защита проекта.

Система контроля знаний и умений составляется с учетом дифференциации заданий в соответствии со способностями и динамикой успеваемости обучающихся. Представляется в виде учета результатов по итогам выполнений заданий. Мониторинг результатов, обучающихся и метод педагогического наблюдения позволяет отслеживать динамику развития учащегося и разделять обучающихся в подгруппы с заданиями разного уровня сложности. Данный подход способствует выстраиванию индивидуальной траектории каждого обучающегося.

Итоговое подведение результатов освоения дополнительной общеобразовательной программы может быть организовано в форме выставки, конкурсов, олимпиад, открытых занятий для родителей, соревнований, игры, презентации творческих работ, самоанализа, коллективного анализа работ, коллективной рефлексии.

Мониторинг достижения обучающимися планируемых результатов.

На занятиях педагог оценивает знания, умения, личностные качества обучающихся в виде наблюдения и анализа выполненной работы, проведения опроса. Критерии и показатели оценивания представлены в Приложении 1.

Для оценки выполненных проектов педагогом заполняется диагностическая карта на каждого обучающегося с целью оценки навыков проектной деятельности. Приложение 2. Для оценки выполненных кейсов педагогом заполняется диагностическая карта (Приложение 3)

После анализа полученных данных педагог заполняет итоговый оценочный лист (Приложение 4), который в полной мере дает возможность оценить работу каждого обучающегося в течение всего учебного года.

Оценка знаний, обучающихся осуществляется по бальной системе, которая переводится в один из уровней освоения образовательной программы согласно таблице:

Набранные баллы учащимся	**Уровень освоения**
0-30 баллов	Низкий
31-60 баллов	Ниже среднего
61-90	Средний
91-120 баллов	Выше среднего
121-163 баллов	Высокий

Методические материалы

Методы, в основе которых лежит форма организации деятельности обучающихся на занятиях:

1) наглядный (показ мультимедийных материалов, иллюстраций, наблюдение, выполнение педагогом, работа по образцу и др.);

2) практический (выполнение работ, тренировочные задания и т.д.);

3) словесный (устное изложение, беседа, рассказ, лекция и т.д.);

4) кейс-метод (решение задач, связанных с условиями современного мира);

5) метод проектной деятельности.

Формы и методы организации образовательного процесса

Этапы образовательного процесса	Формы проведения занятий
Изучение нового материала	Лекция, объяснение, рассказ, демонстрация, игра, решение кейсов
Освоение навыков	Творческое задание, решение кейсов
Проверка полученных знаний	Публичное выступление с демонстрацией результатов работы, решение кейсов, дискуссия, рефлексия

Формы организации учебного занятия.

Программой предусмотрены разные формы организации учебных занятий с целью повышения эффективности образовательного процесса. Лекция, семинары, мозговой штурм - способствуют получению теоретических знаний; практические занятия, соревнования - развивают практические навыки.

Педагогические технологии:

- индивидуализация обучения;
- технология группового обучения;
- технология развивающего обучения;
- технология проектной деятельности;
- коммуникативная технология обучения.

Все учебные занятия проходят в соответствии со следующим алгоритмом:

— подготовительный (организационный, проверочный);

— основной (подготовительный к новому содержанию, усвоение новых знаний, проверка понимания изученного, закрепление новых знаний, обобщение и систематизация знаний);

— заключительный (итоговый, рефлексивный, информационный).

Список литературы, использованной при написании программы

Нормативные документы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Концепция развития дополнительного образования детей (распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. №1726-р).
3. Положение о дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программах государственного автономного нетипового образовательного учреждения Свердловской области «Дворец молодежи» (приказ ГАНОУ СО «Дворец молодежи» от 29.11.2018 №593-д).

Книги

4. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.
5. Астапчик С.А., Голубев В.С., Маклаков А.Г. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. — Белорусская наука.
6. Боровков А.И. Компьютерный инжиниринг. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
7. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии.– СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 – 143 с.
8. Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений. – М.: Астрель, 2009.
9. Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трехмерное проектирование.
10. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.
11. Негодаев И. А. Философия техники: учебн. пособие. — Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997.
12. Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7.- СПб.: БХВ-Петербург, 2016.- 400 с.
13. Ройтман И.А., Владимиров Я.В. Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений. – Смоленск, 2000.
14. Уик Ч. Обработка металлов без снятия стружки.–М.: Мир, 1965.– 549 с.
15. Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook Of Laser Technology And Applications (Справочник по лазерным технологиям и их применению) book 1.-2 — IOP.

Литература для обучающихся

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1969.
2. Гальперштейн Л. Веселая физика. – М., 1994.
3. Даль Э.Н. Электроника для детей. – М., 2017.
4. Злотин Б. Л., Зусман А. В. Изобретатель пошел на урок. – Кишинев: Лунина, 1990. – 255 с.
5. Орехов А. Великие изобретения. – М., 2018.
6. Перельман Я. Занимательная физика. – М., 2018.
7. Тернер М. Популярная наука. Большая книга открытий и изобретений. – М., 2019.
8. Энциклопедия техники. - М.: Астрель, 2009. - 126 с.

Приложение 1

Диагностическая карта

ФИ обучающегося	Показатели	Критерии оценивания степень выраженности оцениваемого качества (max 63)			Возможные методы диагностики	Итого баллов
		Низкий уровень (1-3 б)	**Средний уровень (4-6 б)**	**Высокий уровень (7-9 б)**		
Soft - компетенции						
	Коммуникация	-испытывает затруднения в общении с одногруппниками и педагогом - не идёт на контакт	-общается с одногруппниками и педагогом - может донести свою точку зрения только с помощью наводящих вопросов - боится выступать перед аудиторией	- активно общается со всеми участниками образовательного процесса - в доступной форме высказывает свою точку зрения, используя аргументы -уверенно выступает перед аудиторией	Наблюдение Собеседование Защита проектов Презентация творческого задания	
	Критическое мышление	-испытывает серьёзные затруднения при работе с информацией - не умеет анализировать и	- умеет работать с информацией - анализирует, делает выводы и даёт собственную оценку с помощью педагога	- умеет работать с информацией из различных источников - самостоятельно может провести анализ, сделать	Наблюдение Собеседование Защита проектов Презентация творческого задания	

		делать выводы и давать собственную оценку		вывод и оценить		
	Креативное мышление	- не проявляет творческих способностей - всё делает по образцу - не умеет генерировать идеи	- не ярко выражены творческие способности - генерирует идеи не отличающиеся своей новизной, мыслит стереотипно	- проявляет творческие способности при формировании и реализации новых идей, отличающихся своей нестандартностью	Наблюдение Собеседование Защита проектов Презентация творческого задания	
	Работа в команде	- не принимает участия в групповых и командных видах работы - держится обособленно	- участвует в командной (групповой) работе, но инициативу не проявляет - по проблемным вопросам принимает мнение большинства участников группы	- принимает активное участие в командной (групповой) работе - имеет свою точку зрения и умеет её отстаивать - осознаёт себя частью единой команды и понимает ответственность за общий результат	Наблюдение Собеседование Защита проектов Презентация творческого задания	
	Творческая активность	- не принимает участие	- принимает участие с помощью инструктора или родителей	- проявляет интерес и активно участвует - самостоятельно выполняет работу	Наблюдение Собеседование Защита проектов Презентация творческого задания	
Hard-компетенции						

	Теоретическая подготовка	- владеет менее чем ½ объёма знаний, предусмотренных программой - знает не все термины	- объём усвоенных знаний составляет более ½, - знает все термины, но не применяет,	- обучающийся освоил практически весь объём знаний, предусмотренных программой за конкретный период, - знание терминов и умение их применять	Опрос	
	Практические умения и навыки	- обучающийся овладел менее чем ½ предусмотренных умений и навыков - ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием - выполняет простейшие практические задания педагога	- обучающийся владеет более чем ½ предусмотренных умений и навыков, - работает с оборудованием и необходимым оснащением с помощью педагога - выполняет в основном задания на основе образца	- обучающийся овладел практически всеми умениями и навыками, предусмотренными программой за конкретный период	Наблюдение Собеседование Защита проектов Презентация творческого задания	

Приложение 2

Критерии оценки проектной деятельности

1. ***Обоснование проекта (1-10 баллов)***

1.1 Актуальность проблемы (1-5 баллов). Идея, сформулированная в проекте, должна иметь значение для решения современных проблем и задач как в отдельном городе, регионе, стране, так и в мире в целом.

Баллы:

от 1 до 2 баллов – существует вероятность актуализации предлагаемой идеи в будущем;

от 3 до 4 баллов – идея актуальна, приведена доказательная база;

5 баллов **–** востребованная идея

1.2 Новизна предлагаемого решения (5 баллов)

Баллы:

от 1 до 2 баллов – предложение участника имеет некоторые уникальные особенности, создающие неочевидные технологические или эксплуатационные преимущества;

от 3 до 4 баллов - существенная часть разработки является новой;

5 баллов – предлагаемая идея является абсолютной новой.

2. ***Степень проработки проекта (1-20 баллов)***

Результат по проекту. Эскиз, макет, прототип, опытный образец (на какой стадии проект), на сколько реализован проект, паспорт проекта.

Баллы:

от 1 до 8 баллов – есть паспорт проекта и эскиз

от 8 до 15 баллов – есть пояснительная записка, эскиз и макет проекта

от 15 до 20 баллов – есть пояснительная записка, эскиз, макет и прототип или опытный образец.

3. Защита проекта (10 баллов)

3.1. Оформление презентации (1-5 баллов). Информативность, оригинальность, соответствие предложенной структуре презентации.

Баллы:

от 1 до 2 баллов – из представленной презентации неясна суть решаемой проблемы, суть предлагаемого решения, нарушена логика защиты проекта, слайды слишком загружены информацией или наоборот минимизированы до потери информативности. Презентация не соответствует предложенной структуре.

от 3 до 4 баллов – все основные пункты представления проекта в презентации присутствуют, не все пункты раскрыты в полном объеме. В презентации отсутствует информативность.

5 баллов – все пункты презентации проекта раскрыты, используются графики, диаграммы для большей иллюстрации проекта.

3.2. Представление проекта (1-5 баллов). Качество представления

проекта;

уровень владения проектом и сферой его потенциальной реализации. Ответы на вопросы.

Баллы:

от 1 до 2 баллов – текст презентации проговаривается сбивчиво, неуверенно, ответы даны не на все вопросы, путается при ответе на вопросы.

от 3 до 4 баллов – презентация представлена на хорошем уровне, хороший уровень подготовки речи (во время презентации не используются дополнительные средства подсказки). Ответы на вопросы не развернутые.

5 баллов – проект представлен на высоком качественном уровне, отвечает на все вопросы развернуто, разбирается в представленном материале.

Итого максимальный балл за проект: 40 баллов.

Приложение 3

Критерии оценки кейсовых задач

ФИО	**Название кейса**	**Критерии**	**Баллы**
		Формулировка проблемы (1-5б) Идея (1- 5 б) Реализация (1-5 б) Соответствие результатов поставленной цели (1-5 б)	Итого: 1-20 б.

Приложение 4

Оценочный лист

Результаты аттестации обучающихся

Учебная группа_____ Педагог _____ Дата аттестации_____

№ п/п	Фамилия, имя обучающегося	Критерии оценки										
		Коммуникация (9 б max)	Критическое мышление (9 б max)	Креативное мышление (9 б max)	Работа в команде (9 б max)	Творческая активность (9 б max)	Теоретическая подготовка (9 б max)	Практические умение и навыки (9 б max)	Результат проекта (1-40 б)	Кейс (1-10 б)	Сумма баллов	Результат аттестации

Приложение 5

Пример опросных листов (тестовых заданий)

Виды геометрических фигур

Прямая - это ...

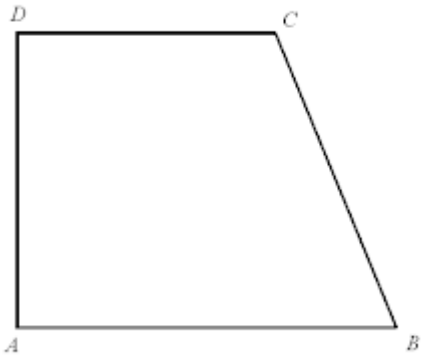
Отрезок - это ...

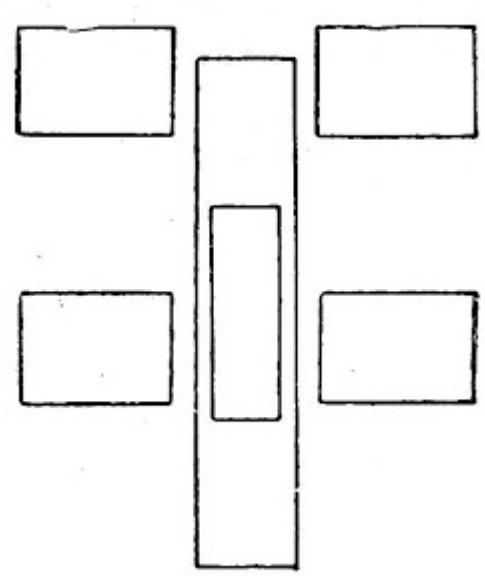
Луч - это ...

Ломаная линия - это ...

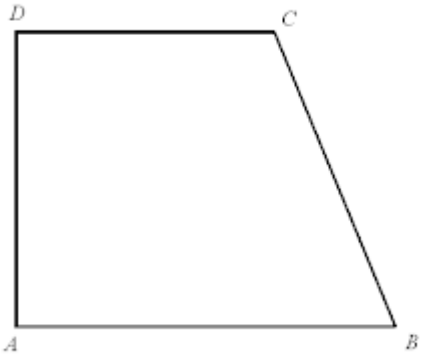
Дуга - это ...

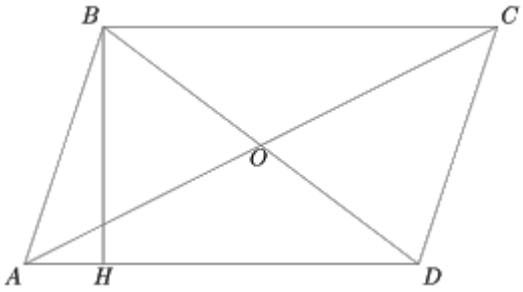
Как выглядит квадрат - ...





Как выглядит трапеция - ...





Какие фигуры относятся к многоугольникам?

Конус, цилиндр, сфера, куб - это ...

- Плоские фигуры
- Объемные фигуры

Основы инженерной графики

Чертёж - это ....

- документ, предназначенный для разового использования в производстве, содержащий изображение изделия и другие данные для его изготовления;
- графический документ, содержащий изображения предмета и другие данные, необходимые для его изготовления и контроля;
- наглядное изображение, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз.

Транспортир - это ....

- Инструмент для градусного измерения и вычерчивания углов
- инструмент для рисования прямых линий
- инструмент для вычерчивания окружностей

Условное изображение, выполненное с помощью чертежного инструмента, называется…

- чертежом
- эскизом
- техническим рисунком

Формат А4 соответствует размерам (мм)…

- 296×420
- 210×297
- 420×596

Перечислить 5 основных линий чертежа

Масштаб – это расстояние между точками на плоскости

- Да
- Нет

К масштабам увеличения относятся…

- 2:1;
- 1:100;
- 1:2;
- 20:1;

Основная надпись должна быть расположена

- в левом верхнем углу формата

- в правом нижнем углу формата
- в зависимости от положения формата
- в левом нижнем углу формата.

К масштабам уменьшения относятся…

- 1:2
- 2,5:1
- 1:4
- 40:1

Условное изображение, выполненное от руки с соблюдением пропорций, называется…

- чертежом
- эскизом
- техническим рисунком

Масштаб 1:100 обозначает, что 1 мм на чертеже соответствует действительному размеру, равному…

- 100 мм
- 100 см
- 100 м
- 100 дм

Размеры на чертежах проставляют…

- мм
- см
- дм
- без разницы, указывают единицы измерения.

При масштабе изображения 1:2 размеры детали на чертеже должны быть указаны…

- увеличенными в 2 раза
- действительными размерами детали
- уменьшенными в 2 раза

Буквой R обозначается…

- расстояние между любыми двумя точками окружности;
- расстояние между двумя наиболее удаленными противоположными точками;
- расстояние от центра окружности до точки на ней.