

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЛИЦЕЙ «ВЕКТОРИЯ»

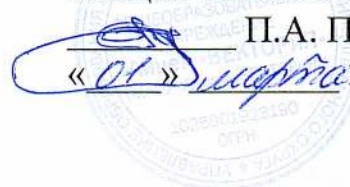
СОГЛАСОВАНО

Руководитель детского технопарка  
«Кванториум»

  
Р.С. Зонов  
«01» марта 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор МАОУ  
«Лицей «ВЕКТОРИЯ»

  
П.А. Пушвинцев  
«01» марта 2025 г.

Программа дополнительного образования  
**КВАНТУМ ХАЙТЕК**  
Краткосрочный курс, 25 часов

Автор программы:  
Каменских Дарья Евгеньевна  
педагог дополнительного образования

Лысьва, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММА КУРСА «КВАНТУМ ХАЙТЕК».....	3
1 ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.....	4
2 ЗАДАЧИ КУРСА.....	4
3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	5
4 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	6
4.1 Содержание.....	6
4.2 Темы с описанием.....	7
4.3 Тематическое планирование.....	11
5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	27
6 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	28

## ПРОГРАММА КУРСА «КВАНТУМ ХАЙТЕК»

*Аннотация.* Квантум Хайтек является ресурсной базой Кванториума для выполнения работ всех квантов по изготовлению прототипов, архитектурных и ландшафтных макетов, опытных образцов изделий, механических частей роботов, роботизированных комплексов, изделий мехатроники. Это мастерская, оснащенная высокотехнологичным оборудованием: 3D принтерами, станками с ЧПУ и другим современным оборудованием.

В рамках работы в квантуме Хайтек кванторианцы, под руководством педагога, получают навыки работы с современным оборудованием для выполнения реальных инженерных задач:

- 3D-принтерами и сканерами, которые позволяют получать прототипы в кратчайшие сроки с максимально возможным качеством;
- станками лазерной резки и гравировки с ЧПУ, данный тип оборудования позволяет кванторианцам обучиться созданию прототипов или функциональных изделий из различного набора материалов, от пластика до металла. Механическая обработка на станках с ЧПУ предоставляет больше возможностей по работе с материалами, в следствии чего мы можем задавать изготавливаемым конструкциям заданные характеристики;
- учатся работать ручным инструментом и электронными компонентами;
- погружаются в процесс создания прототипа от проектирования до реализации.

Квантум Хайтек — это то место, где идеи превращаются в реальные вещи.

### *Место модуля в образовательной программе*

Курс направлен на формирование основ инженерного мышления (технического, конструктивного, исследовательского, экономического) и подготовку к работе в высокотехнологичной среде.

Программа способствует развитию навыков, необходимых для STEAM-

профессий.

Категория слушателей:

- Возраст 10 – 14 лет
- Уровень подготовки: базовый

Виды программы: экспериментальная

Уровень: краткосрочный 25 часов

Программа рассчитана на 7 недель обучения, общее количество академических часов 25. Основной формой являются групповые занятия. В основе образовательного процесса лежит проектный подход.

Основная форма работы теоретической части – лекционные занятия в группах до 15 человек. Практические задания планируется выполнять индивидуально, в парах и в малых группах. Занятия проводятся в виде бесед, семинаров, лекций: для наглядности изучаемого материала используется различный мультимедийный материал – презентации, видеоролики.

## **1 ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

Формирование у учащихся основ инженерного мышления через освоение технологий цифрового производства:

- развитие технического мышления (понимание принципов работы оборудования);
- развитие конструктивного мышления (умение проектировать и создавать 3D-модели);
- развитие исследовательского мышления (анализ, эксперимент, решение проблем);
- развитие экономического мышления (оценка ресурсов, оптимизация затрат).

## **2 ЗАДАЧИ КУРСА**

- Ознакомить с технологиями цифрового производства: 3D-печать, 3D-сканирование, лазерная гравировка.
- Сформировать навыки 3D-моделирования в программе «КОМПАС 3D v 24».

- Научить работать на современном оборудовании (3D-принтеры, лазерные станки, 3D-сканеры).
- Развивать инженерное мышление через выполнение практических работ.
- Способствовать развитию технического, конструктивного, исследовательского и экономического мышления.

### **3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

В результате овладения программой обучающиеся должны:

знать:

- основные понятия аддитивных, лазерных и сканирующих технологий;
- принципы работы 3D-принтеров, лазерных станков, 3D-сканеров;
- основы 3D-моделирования в «КОМПАС 3D v24»;
- методы проектирования и прототипирования.

уметь:

- создавать 3D-модели различной сложности;
  - работать с оборудованием: настраивать, запускать, контролировать процесс;
  - выполнять сканирование объектов и обработку 3D-моделей;
  - анализировать задачи, предлагать решения, оценивать результаты;
  - рассчитывать себестоимость изделий, изготовленных с помощью технологий цифрового производства (учёт материалов, времени работы оборудования, электроэнергии);
  - оптимизировать параметры производства для снижения затрат.
- владеть:
- навыками работы в «КОМПАС 3D v15»;
  - умением готовить модели для печати и гравировки;
  - основами командной работы и проектного управления;

– основами экономического анализа проекта цифрового производства.

выполнить:

- не менее 5 готовых 3D-моделей (включая сборки);
- не менее 2 физических изделий (на 3D-принтере и лазерном станке);
- итоговый проект, демонстрирующий применение изученных технологий.

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **4.1 Содержание**

Тема 1. Вводное занятие, техника безопасности.

Тема 2. Аддитивные технологии. Сравнительный анализ качества печати FDM 3D-принтеров.

Тема 3. 3D моделирование. Создание 3D-модели брелока для ключей в программе «КОМПАС 3D v24».

Тема 4. 3D-моделирование. Деталь LEGO в КОМПАС 3D v24.

Тема 5. 3D-моделирование. «Кубики Сома» (сборка) в КОМПАС 3D v24.

Тема 6. 3D-моделирование. «Головоломка адмирала Макарова» (сборка).

Тема 7. 3D-моделирование. «Подставка для телефона».

Тема 8. Трёхмерное сканирование. Сравнительный анализ геометрических тел с использованием 3D-сканирования.

Тема 9. Трёхмерное сканирование. Сканирование объектов.

Тема 10. Лазерная гравировка. Изучение параметров лазерной гравировки и их влияния на качество изображения.

Тема 11. Проект: от идеи до реализации. Комплексный проект с использованием 3D-печати/лазерной гравировки.

## 4.2 Темы с описанием

Тема 1. Вводное занятие, техника безопасности. (1 час)

Ситуация: Знакомство с квантумом Хайтек; правила поведения при работе в квантуме; инструктаж по технике безопасности при работе на ПК, оборудовании, ручном и электрическом инструменте; противопожарная безопасность.

Предполагаемые результаты: учащиеся знают правила ТБ, понимают структуру и возможности квантума, умеют ориентироваться в пространстве мастерской.

Компоненты инженерного мышления: техническое мышление.

Тема 2. Аддитивные технологии. Сравнительный анализ качества печати FDM 3D-принтеров. (3 часа)

Ситуация: сравнение параметров тестовых моделей, напечатанных на двух разных принтерах.

Предполагаемые результаты: определены зависимости качества от параметров принтера, выбраны оптимальные настройки для конкретных задач, составлен отчёт по результатам сравнения, рассчитана стоимость печати тестовых моделей.

Компоненты инженерного мышления: техническое, исследовательское и экономическое мышление.

Тема 3. 3D моделирование. Создание 3D-модели брелока для ключей в программе «КОМПАС 3D v24». (3 часа)

Ситуация: освоение базовых инструментов и приемов работы в программе «КОМПАС 3D v24» на примере создания простого, но функционального объекта — брелока для ключей.

Предполагаемые результаты: создана 3D-модель брелока в форматах .m3d и .stl, освоены операции эскиза, выдавливания и вырезания, рассчитана себестоимость изготовления модели.

Компоненты инженерного мышления: конструктивное и

экономическое мышление.

Тема 4. 3D-моделирование. Деталь LEGO в КОМПАС 3D v24. (2 часа)

Проблемная задача: создание точной 3D-модели стандартизированной детали LEGO с соблюдением геометрических параметров для последующей сборки.

Предполагаемые результаты: создана точная 3D-модель детали LEGO и сборка из 2–3 элементов, проверено соответствие размеров, рассчитана себестоимость изготовления модели.

Компоненты инженерного мышления: конструктивное, техническое и экономическое мышление.

Тема 5. 3D-моделирование. «Кубики Сомы» (сборка) в КОМПАС 3D v24. (2 часа)

Проблемная задача: проектирование сборки из нескольких сопрягаемых деталей головоломки, проверка её собираемости в единый куб.

Предполагаемые результаты: создана сборка головоломки, проверена возможность сборки в куб, разработан альтернативный вариант одной из деталей, рассчитана себестоимость изготовления модели.

Компоненты инженерного мышления: конструктивное, исследовательское и экономическое мышление.

Тема 6. 3D-моделирование. «Головоломка адмирала Макарова» (сборка). (2 часа)

Проблемная задача: разработка сложной сборки с подвижными соединениями.

Предполагаемые результаты: создана работоспособная сборка головоломки, рассчитана себестоимость изготовления модели.

Компоненты инженерного мышления: конструктивное, исследовательское и экономическое мышление.

Тема 7. 3D-моделирование. «Подставка для телефона». (2 часа)

Проблемная задача: проектирование эргономичной и устойчивой подставки для телефона.

Предполагаемые результаты: Создана 3D-модель подставки, подготовленная для печати, рассчитана себестоимость изготовления модели.

Компоненты инженерного мышления: конструктивное, техническое и экономическое мышление.

Тема 8. Трёхмерное сканирование. Сравнительный анализ геометрических тел с использованием 3D-сканирования. (3 часа)

Проблемная задача: выполнение сканирования, обработки и анализа полученных моделей, сравнение размеров и форм полученных моделей с теоретическими значениями и измеренными с помощью штангенциркуля/линейки.

Предполагаемые результаты: освоены основные принципы работы с 3D-сканерами, навыки обработки 3D-моделей и методы анализа полученных данных.

Компоненты инженерного мышления: исследовательское и техническое мышление.

Тема 9. Трёхмерное сканирование. Сканирование объектов. (2 часа)

Проблемная задача: получение качественной 3D-модели объекта, устранение шумов, артефактов и восстановление недостающих фрагментов.

Предполагаемые результаты: Получена чистая и полная 3D-модель объекта в формате .stl.

Компоненты инженерного мышления: исследовательское и техническое мышление.

Тема 10. Лазерная гравировка. Изучение параметров лазерной гравировки и их влияния на качество изображения. (3 часа)

Проблемная задача: экспериментальное определение оптимальных параметров лазерной гравировки и резки для разных материалов.

Предполагаемые результаты: определены оптимальные параметры для каждого материала, создана таблица с результатами тестов, изготовлен набор тестовых образцов, произведена оценка затрат на гравировку при разных параметрах.

Компоненты инженерного мышления: исследовательское, техническое и экономическое мышление.

Тема 11. Проект: от идеи до реализации. Комплексный проект с использованием 3D-печати/лазерной гравировки. (2 часа)

Проблемная задача: самостоятельная разработка, изготовление и презентация итогового проекта, объединяющего технологии 3D-моделирования, печати и лазерной обработки.

Предполагаемые результаты: разработана концепция проекта, созданы 3D-модели и векторные макеты, изготовлено готовое изделие, проведена презентация с самоанализом, разработано экономическое обоснование проекта.

Компоненты инженерного мышления: техническое, конструктивное, исследовательское и экономическое мышление.

### 4.3 Тематическое планирование

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
<b>Тема 1. Вводное занятие, техника безопасности.</b>						
1	1/0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечить безопасную работу в Хайтек-цехе;</li> <li>- ознакомить с правилами поведения, оборудованием и основными направлениями деятельности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- познакомиться с Хайтек-цехом, его структурой и возможностями;</li> <li>- провести инструктаж по технике безопасности при работе на ПК, оборудовании, ручном и электроинструменте;</li> <li>- обучить основам противопожарной безопасности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- внимательно;</li> <li>- сть;</li> <li>- ответственно сть</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание правил и норм ТБ;</li> <li>- навыки работы с ПК и оргтехникой;</li> <li>- знание правил пожарной безопасности;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ПК</li> <li>- доступом интернет;</li> <li>- проектор;</li> <li>- инструкции по ТБ.</li> </ul>
<b>Тема 2. Аддитивные технологии. Сравнительный анализ качества печати FDM 3D-принтеров.</b>						

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
2-4	1/2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировать базовое понимание аддитивных технологий;</li> <li>- изучить и сравнить качество печати, производительность и другие характеристики различных моделей FDM 3D-принтеров.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить теоретические основы 3D печати;</li> <li>- ознакомиться с принципами работы технологий FDM 3D-печати;</li> <li>- подготовить тестовые модели для печати с заданными параметрами;</li> <li>- выполнить печать тестовых моделей и проанализировать параметры;</li> <li>- рассчитать стоимость печати тестовых моделей на каждом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- внимание к деталям;</li> <li>- аналитическое мышление;</li> <li>- решение проблем;</li> <li>- управление временем;</li> <li>- коммуникация;</li> <li>- самостоятельность.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основ 3D-печати (FDM);</li> <li>- навыки работы с 3D-принтером;</li> <li>- навыки работы с измерительными инструментами;</li> <li>- базовые навыки работы с САД/САМ-системами;</li> <li>- навыки работы с компьютером;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 различные модели FDM 3D-принтеров;</li> <li>- катушка PLA-пластика;</li> <li>- штангенциркуль;</li> <li>- линейка;</li> <li>- фотоаппарат или камера для документирования результатов;</li> <li>- наждачная бумага (мелкая) для удаления небольших дефектов;</li> <li>- компьютер с установленным программным обеспечением для</li> </ul>

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
<b>Тема 3. 3D моделирование. Создание 3D-модели брелока для ключей в программе «КОМПАС 3D v24».</b>						
5-7	1/2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- освоить базовые навыки 3D-моделирования в программе «КОМПАС 3D v24» для создания функционального объекта.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить интерфейс программы «КОМПАС 3D v24»;</li> <li>- освоить основные инструменты 3D-моделирования (эскизы, выдавливание, вращение, отверстия и т. д.);</li> <li>- создать 3D-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- внимательно смотреть к деталям;</li> <li>- пространственное мышление;</li> <li>- умение решать проблемы;</li> <li>- самоорганизация и последовательность выполнения задач;</li> <li>- готовность к самостоятельной работе с CAD-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владение САПР (КОМПАС 3D v24);</li> <li>- техническое черчение (базовые знания).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- компьютер с КОМПАС 3D v24;</li> <li>- мышь;</li> <li>- 3D-принтер;</li> <li>- катушка PLA-пластика;</li> <li>- методические указания к лабораторной работе.</li> </ul>

№ Урока	Колличество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
8-9	0/2	– научиться	– изучить	– внимание	– работа	– компьютер
<b>Тема 4. 3D-моделирование. Деталь LEGO в КОМПАС 3D v24.</b>						
		Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
			<p>модель брелока для ключей в соответствии с заданными параметрами (размер, форма, отверстие);</p> <p>– сохранить модели в подходящем формате;</p> <p>– рассчитать себестоимость изготовления модели (материал, время печати, затраты на постобработку).</p>	<p>программами;</p> <p>– базовое понимание процесса цифрового производства (3D-печать).</p>		

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
		создавать трехмерную модель детали LEGO с помощью инструментов моделирования.	интерфейс и основные инструменты САПР КОМПАС-3D; – освоить методы построения эскизов, наложения ограничений и присвоения размеров; – научиться использовать операции создания и редактирования твёрдых тел; – развивать умение работать с чертежами и технической	и деталям точность; – умение следовать инструкциям и чертежам; – пространство и мышление; – терпение и усидчивость; – самоорганизация и планирование этапов работ.	САПР КОМПАС-3D; – построение эскизов и трёхмерных моделей; – использование операций: выдавливание, вырезание, создание отверстий; – построение вспомогательной геометрии; – работа с размерами и параметризацией модели.	КОМПАС 3D v24; – мышь; – методически е указания к лабораторной работе.

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
<b>Тема 5. 3D-моделирование. «Кубики Сума» (сборка) в КОМПАС 3D v24.</b>						
10-11	0/2	– сформировать у обучающихся базовые навыки создания и управления сборками	– создать 7 различных деталей голололомки; – использовать инструменты сборки	– алгоритмическое мышление; – пространный воображение; – внимательно смотреть к деталям;	– работа в среде САПР; – применение операции «Совпадение»	– компьютер с КОМПАС 3D v24; – мышь; – методические указания к лабораторной

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
		системе автоматизированно го проектирования, развить пространственное мышление и понимание принципов параметрического сопряжения деталей.	(совмещение, сопряжение); – проверить возможность сборки в куб; – проанализировать геометрические связи; – рассчитать себестоимость изготовления модели (материал, время печати, затраты на постобработку).	– технологическая дисциплина.	других видов геометрических зависимостей (сопряжений); – управление ориентацией и положением компонентов в пространстве сборки; – построение параметрических деталей заданного размера.	работе.
<b>Тема 6. 3D-моделирование. «Головоломка адмирала Макарова» (сборка).</b>						
11-12	0/2	– научиться создавать сложную сборку из нескольких	– разработать всех 3D-модели деталей головоломки;	– развитие пространственного и логического мышления;	– работа с эскизами операциями выдавливания/выр	– компьютер с КОМПАС 3D v24; – мышь; – методически

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
		деталей использованием инструментов параметрического моделирования, отработать навыки пространственного мышления и точного позиционирования компонентов в сборке.	– собрать модель с учётом подвижных соединений; – проверить работоспособность сборки (возможность разборки/сборки); – рассчитать себестоимость изготовления модели (материал, время печати, затраты на постобработку).	– тренировка внимательности и точности при сборке; – умение работать по техническому образцу; – самостоятельное решение задач по ориентации и позиционированию деталей; – навык анализа сравнения результата с эталоном.	езания; – использование инструментов сборки: совмещение, сопряжение, угол; – управление ориентацией деталей в пространстве; – визуализация сборки и проверка на пересечения.	е указания лабораторной работе.
<b>Тема 7. 3D-моделирование. «Подставка для телефона».</b>						
13-14	0/2	– научиться создавать	– освоить базовые принципы	– развитие пространственного	– работа в CAD-системе;	– компьютер с ПО КОМПАС 3D

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
		<p>трехмерную модель подставки для телефона с помощью инструментов моделирования.</p>	<p>параметрического моделирования через создание и редактирование 2D-эскиза;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– научиться применять геометрические и размерные ограничения для обеспечения точности модели;</li> <li>– создать готовую 3D-модель подставки для телефона в соответствии заданием;</li> <li>– рассчитать себестоимость изготовления</li> </ul>	<p>мышления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– внимание к деталям</li> <li>– точность;</li> <li>– последовательность выполнения операций;</li> <li>– умение читать и интерпретировать техническую документацию.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– параметрическое моделирование;</li> <li>– управление историей построений.</li> </ul>	<p>v24;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– мышь;</li> <li>– методически е указания к лабораторной работе.</li> </ul>

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
<b>Тема 8. Трехмерное сканирование. Сравнительный анализ геометрических тел с использованием 3D-сканирования.</b>						
15-17	1/2	<ul style="list-style-type: none"> <li>сформировать базовое понимание трехмерного сканирования;</li> <li>сформировать у обучающихся умение работать с 3D-сканером, настраивать параметры сканирования под различные типы объектов, а также выполнять</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>изучить теоретические основы 3D-сканирования;</li> <li>ознакомить с принципами работы структурированного света и ИК-сканирования;</li> <li>научить подготавливать объекты и среду для 3D-сканирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>внимательно смотреть к деталям;</li> <li>умение решать проблемы;</li> <li>аналитические мышление;</li> <li>работа в команде;</li> <li>самостоятельность;</li> <li>обучаемость.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>работа с 3D-сканером;</li> <li>обработка 3D-моделей;</li> <li>анализ данных;</li> <li>работа с измерительными инструментами (штангенциркуль, линейка).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D-сканер;</li> <li>компьютер с установленным программным обеспечением для работы с 3D-сканером;</li> <li>мышь;</li> <li>набор геометрических тел;</li> <li>вращающаяся платформа;</li> <li>измерительный инструмент</li> </ul>

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
		обработку и анализ полученных 3D-моделей.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– освоить настройку ПО и выбор режимов сканирования;</li> <li>– развить навыки ручного и автоматического совмещения сканов;</li> <li>– научить выполнять постобработку: очистку, сглаживание, текстурирование, экспорт.</li> </ul>			(штангенциркуль, линейка) для проверки размеров эталонных тел.
<b>Тема 9. Сканирование объектов</b>						
18-19	0/2	– сформировать у обучающихся	– изучить принципы работы	– внимательно смотреть к деталям;	– работа с 3D-сканером;	– 3D-сканер; – компьютер с

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
		<p>комплексное представление о процессе 3D-сканирования, развитие умение работать с современным оборудованием и специализированным ПО.</p>	<p>структурирование о света в 3D-сканере;          – освоить настройку оборудования и параметров сканирования;          – приобрести навыки ручного и автоматизированного сканирования;          – научиться выполнять постобработку 3D-моделей: очистку, ремонт, оптимизацию;          – развить способность анализировать</p>	<p>– решение проблем;          – критическое мышление;          – тайм-менеджмент;          – самостоятельность.</p>	<p>– обработка данных 3D-сканирования;          – знание принципов сканирования;          – знание программного обеспечения для сканирования и постобработки.</p>	<p>установленным программным обеспечением для работы с 3D-сканером;          – мышь;          – вращающаяся платформа;          – набор геометрических тел.</p>

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
<b>Тема 10. Лазерная гравировка. Изучение параметров лазерной гравировки и их влияния на качество изображения</b>						
20-21	1/2	<ul style="list-style-type: none"> <li>сформировать базовое понимание лазерной гравировки;</li> <li>сформировать у обучающихся умения работать с лазерным гравировальным</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>изучить основные параметры лазерной гравировки (мощность лазера, скорость перемещения, частота импульсов, разрешение);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>аналитические мышление;</li> <li>внимательность и аккуратность при работе с оборудованием;</li> <li>решение проблем;</li> <li>обучаемость;</li> <li>самостоятельность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>знание принципов работы лазерного гравера;</li> <li>навыки работы с программным обеспечением лазерной гравировки;</li> <li>навыки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>учебная модульная станция;</li> <li>фанера;</li> <li>штангенциркуль или микрометр;</li> <li>компьютер с программным обеспечением для</li> </ul>

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
		<p>оборудованием;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- развить навыки экспериментального исследования и анализа влияния технологических параметров на результат.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- исследовать влияние различных параметров на качество гравировки (глубина, контрастность, детализация);</li> <li>- экспериментально определить оптимальные параметры гравировки для заданного материала;</li> <li>- проанализировать и оценить результаты гравировки;</li> <li>- оценить затраты на</li> </ul>	<p>ность;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдение норм безопасности и экологических требований.</li> </ul>	<p>измерения и оценки качества.</p>	<p>управления лазерным гравером;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- мышь;</li> <li>- набор тестовых изображений;</li> <li>- набор для шлифовки;</li> <li>- защитные очки для лазерной работы.</li> </ul>

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
<b>Тема 11. Проект: от идеи до реализации. Комплексный проект с использованием 3D-печати и лазерной гравировки.</b>						
22-23	0/2	– разработать и реализовать собственный проект, объединяющий технологии 3d-моделирования, печати и/или лазерной обработки.	– выбрать идею проекта; – создать 3d-модели деталей в компас 3d; – подготовить файлы для печати и/или гравировки. – изготовить детали на 3d-принтере и/или лазерном станке; – выполнить сборку	– креативность – планирование; – самостоятельность; – презентационные навыки.	– комплексное проектирование; – работа с 3d-принтером и лазерным станком; – постобработка; – сборка.	– учебная модульная станция; – фанера; – компьютер с программным обеспечением для управления лазерным гравером и для работы с 3D-сканером, с КОМПАС 3D v24; –мышь; –3D-принтер;

№ Урока	Количество часов (теория/практика)	Цели	Задачи	Soft skills	Hard skills	Оборудование и материалы
			<p>финальную отделку;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– провести презентацию проекта</li> </ul> <p>с обоснованием выбранных решений;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработать экономическое обоснование проекта (расчет себестоимости, предложение по цене продажи, пути оптимизации затрат).</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>–инструменты для постобработки;</li> <li>–пластик (PLA);</li> <li>–защитные очки для лазерной работы.</li> </ul>
	5/20	Итого: 25				

## 5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

### *Аддитивные технологии*

1. Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017.-30 с.
2. Вальтер А.В. Технологии аддитивного формообразования. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 171 с.
3. Дьяченко В.А. Материалы и процессы аддитивных технологий (быстрое прототипирование) / В.А. Дьяченко, И.Б. Челпанов, С.О. Никифоров, Д.Д. Хозонхонова.– Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2015.– 198 с.

### *3D моделирование и САПР*

1. Большаков, В. П. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. Учебный курс / В.П. Большаков. - М.: Питер, 2019. - 168 с.
2. Большаков, В. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex / В. Большаков, А. Бочков, А. Сергеев. - М.: Книга по Требованию, 2018. - 336 с.
3. Кононыхин, Андрей 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ / Андрей Кононыхин. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2021. - 176 с.

### *Трехмерное сканирование*

1. Семиглазов В.А., Серебренников С.В. Технологии 3D-сканирования в образовании / Электронные средства и системы управления: материалы докладов XVI Международной научнопрактической конференции (18–20 ноября 2020 г.): в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2020 с. 185 – 187
2. Серебренников С.В., Семиглазов В.А. Получение физической копии модели с использованием 3D технологий / Электронные средства и системы управления: материалы докладов XVII Международной научно-практической конференции (17 – 19 ноября 2021 г.): в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2021 с.

*Лазерные технологии*

1. Белоусова И. М. Из истории создания лазеров // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2014. № 2 (90). С. 1-16.
2. Кемалов Р. А., Фазлыева Э. М. Лазеры. История их создания и применение // Природные энергоносители и углеродные материалы. 2023. № 5. С. 1-14.
3. Минаев И. В., Сергеев А. Н., Кубанова А. Н. и др. История развития лазера и особенности его применения // Чебышевский сборник. 2019. Т. 20. № 4 (72). С. 423-438.

*Экономика:*

1. Подсорин В.А. Экономика инноваций: учебное пособие для магистрантов по направлению «Экономика». – М.: МИИТ, 2012. – 123 с.
2. Экономика инноваций: учебно-методическое пособие для бакалавров / Под ред. Н.П. Иващенко. — М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. — 194 с.

**6 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

- КОМПАС 3D v24;
- MOOZ Studio;
- Maestro Wizard 3.6.0;
- Creality Print 6.0;
- CrealityScan.