

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НЕТИПОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРОДСКОЙ ДВОРЕЦ ТВОРЧЕСТВА ЮНЫХ»

ПРИНЯТО

Протокол Малого педагогического совета
Отдела техники
№ 8 от «05» 06 2017 года


/М.Ю. Колганов
/Руководитель структурного подразделения

УТВЕРЖДЕНО

Приказ № 165 от «02» 09 2017 года
Генеральный директор



М.Р. Катунова

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«ВВЕДЕНИЕ В 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ»**

Возраст обучающихся: 14 – 16 лет
Срок реализации: 1 год

Разработчик:

Филиппов Константин Михайлович,
педагог дополнительного образования

ОДОБРЕНО

Протокол Методического совета
№ 15 от «08» 09 2017 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Введение в 3D моделирование и проектирование» (далее Программа) имеет техническую направленность и предназначена для изучения основных теоретических и практических аспектов 3D моделирования.

Актуальность программы

В настоящее время в мире набирает популярность концепция т.н. FABLAB (fabrication laboratory) лабораторий. Такого рода лаборатории (или мастерские) оборудованы набором управляемого с помощью компьютера разнообразного оборудования, которое позволяет создавать материальную модель на основе имеющейся виртуальной модели. Концепция FABLAB предоставляет возможность оценить правильность новой технической идеи, попробовать свои силы в конструировании практически любому, начиная от школьника и заканчивая инженером-проектировщиком. Кроме этого, как правило, набор оборудования FABLAB-лабораторий позволяет реализовывать быстрое прототипирование и технологию обратной разработки. Виртуальная модель объекта может быть получена с помощью специализированного программного обеспечения (ПО) как в трехмерном (трехмерная модель), так и в двухмерном (чертеж) виде. Все более и более распространенным становится использование именно трехмерной модели объекта. Актуальность данной программы состоит в одновременном изучении как основных теоретических, так и практических аспектов 3D моделирования, что обеспечивает глубокое понимание инженерно-производственного процесса в целом.

Уровень освоения - общекультурный. В рамках освоения программы результат представляется в виде представления и демонстрации устройства по собственному проекту среди учащихся лаборатории на итоговом занятии.

Отличительные особенности программы

Основной отличительной особенностью данной программы является ее практическая направленность, связанная с получением навыков работы с современным высокотехнологичным оборудованием. В ходе обучения ребенок получает основные сведения об устройстве оборудования, принципах его работы. В целях развития самостоятельности на занятиях предлагается решать задачи различной сложности, связанные со способами изготовления и сборки моделей с учетом ограничений той или иной технологии.

Специально для практической работы подобран ряд моделей, которые позволят ребенку понять, границы применимости той или иной технологии, понять свойства того или иного материала. В конце программы каждый учащийся изготавливает модель, что способствует формированию большей заинтересованности в дальнейшей работе.

Адресат программы: Программа адресована учащимся в возрасте 14-16 лет, имеющим знания в области электротехники, электроники и цифровой техники, а также опыт в изготовлении радиолюбительских конструкций.

Цель

Создание условий для знакомства школьников с современными технологиями быстрого прототипирования и обратной разработки.

Задачи:

Обучающие:

- расширить общий технический кругозор;
- дать сведения по основам инженерного 3D моделирования;
- изучить принцип работы и устройство оборудования различных типов (3D принтеров, 3D

- сканеров, 3D фрезера, ЧПУ лазерного гравера, ЧПУ режущего плоттера),
- ознакомить с отличительными особенностями той или иной технологии и их границы применимости в соответствии с использованным оборудованием;
 - обучить работе на оборудовании лаборатории (3D принтер, 3D сканер)

Развивающие:

- развить элементы технического, объемного, пространственного, логического и креативного мышления;
- сформировать опыт проектной, конструкторской и технологической творческой деятельности;
- развить навыки самостоятельного моделирования и конструирования, воспроизводящего и творческого воображения;
- пробудить интерес к устройству различного современного высокотехнологичного оборудования,
- сформировать умение рационально распределять время, анализировать результаты как своей деятельности, так и других обучающихся

Воспитательные:

- развить устойчивый интерес к выбранному профилю деятельности;
- сформировать навыки сотрудничества в межличностных отношениях со сверстниками и с педагогом;
- сформировать ценностное отношение к технологии как возможной области будущей практической деятельности.

Условия реализации программы

Условия набора в коллектив: Группа формируется из учащихся, не имеющих специальной подготовки.

Объем и срок реализации Продолжительность освоения программы составляет 1 год, 144 часа.

Количество учащихся в группе Списочный состав формируется в соответствии с нормативно-правовыми основами проектирования общеобразовательных программ в т.ч. СанПиН 2.4.4.3172-14.

Особенности организации образовательного процесса:

Программа предполагает постепенное расширение и углубление знаний в области изучения 3D моделирования и проектирования и предполагает применение современных образовательных технологий:

технологии развивающего обучения – при изучении оборудования и ПО лаборатории; информационно-коммуникативные технологии (ИКТ)- на протяжении курса обучения; технология;

технология проектного обучения – при разработке и выполнении моделей

Формы проведения занятий

- Лекция;
- Тестирование;
- Практическое занятие (создание модели).
- беседа, демонстрация, объяснение;
- самостоятельная работа на занятиях.

Формы организации деятельности

- Фронтальная;

- Групповая;
- Индивидуальная.

Материально-техническое оснащение

Лаборатория инженерного 3D моделирования отдела техники Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных обладает набором оборудования, полностью удовлетворяющим концепции FABLAB, а именно:

- 3D принтер (технология FDM, пластик)
- 3D сканер (структурированный подсвет)
- 3D фрезер (с поворотной осью)
- ЧПУ лазерный гравер (50Вт, CO₂ лазер)
- ЧПУ режущий плоттер
- Набор компьютеров для управления оборудованием и специальное ПО и доступ в сеть Интернет

Расходные материалы и технические средства

- фанера неокрашенная 4мм
- блоки модельные для ЧПУ фрезера
- пластик PLA для 3D принтера (катушки, нить 1,75 мм)
- пленка цветная самоклеющаяся

Требования техники безопасности к оборудованию лаборатории

Оборудование лаборатории должно удовлетворять требованиям техники безопасности труда. Все эксплуатируемое оборудование должно находиться в полной исправности. Работа на неисправном оборудовании категорически запрещается. Все доступные для прикосновения токоведущие части электрооборудования должны быть ограждены. Опасные части и места всех агрегатов должны быть надежно ограждены. К работе на оборудовании допускаются только обучающиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Планируемые результаты:

Предметные:

- овладеют знаниями основ инженерного 3D моделирования - базовые принципы использования технологий как для изготовления двумерных, так и трехмерных моделей;
- изучат принцип работы и устройство оборудования различных типов (3D принтеров, 3D сканеров, 3D фрезера, ЧПУ лазерного гравера, ЧПУ режущего плоттера),
- познакомится с отличительными особенностями той или иной технологии и их границы применимости в соответствии с использованным оборудованием - основы моделирования в соответствующем ПО для последующего изготовления модели;
- сформируют навыки работы на оборудовании лаборатории (3D принтер, 3D сканер) - названия, свойства и область применения используемых материалов.
- расширят общий технический кругозор;

Метапредметные:

- разовьют элементы технического, объемного, пространственного, логического и креативного мышления;
- сформируют опыт проектной, конструкторской и технологической творческой деятельности;
- разовьют навыки самостоятельного моделирования и конструирования, воспроизводящего и творческого воображения;
- сформируют устойчивый интерес к устройству различного современного высокотехнологичного оборудования,
- сформируют навыки рационально распределять время, анализировать результаты как своей

деятельности, так и других обучающихся

Личностные:

- разовьют устойчивый интерес к выбранному профилю деятельности;
- сформируют навыки сотрудничества в межличностных отношениях со сверстниками, педагогами;
- сформируют ценностное отношение к технологии как возможной области будущей практической деятельности.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе
«Введение в 3D моделирование и проектирование»

№	Тема	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие.	2	2		Беседа
2.	Общие сведения об устройстве оборудования лаборатории инженерного 3D моделирования	10	10		Педагогическое наблюдение, опрос.
3.	Общие сведения об используемых технологиях изготовления материальных моделей	4	4		Педагогическое наблюдение, опрос.
4.	Основы работы с 3D принтером и соответствующим ПО для подготовки моделей	28	4	24	Педагогическое наблюдение, опрос, тест
5.	Основы работы с ЧПУ лазерным гравером и соответствующим ПО для подготовки моделей	16	4	12	Тест, технологический контроль
6.	Основы работы с ЧПУ плоттером и соответствующим ПО для подготовки моделей	16	4	12	Тест, технологический контроль
7.	Основы работы с 3D фрезером и соответствующим ПО для подготовки моделей	28	4	24	Тест, технологический контроль
8.	Основы работы с 3D сканером и соответствующим ПО для подготовки моделей	38	10	28	Тест, технологический контроль
11.	Итоговое занятие	2	2		Презентация модели
	ИТОГО:	144	44	100	

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе
«Введение в 3D моделирование и проектирование»

Задачи:

Обучающие:

- расширить общий технический кругозор;
- дать сведения по основам инженерного 3D моделирования;
- изучить принцип работы и устройство оборудования различных типов (3D принтеров, 3D сканеров, 3D фрезера, ЧПУ лазерного гравера, ЧПУ режущего плоттера),
- ознакомить с отличительными особенностями той или иной технологии и их границы применимости в соответствии с использованным оборудованием;
- обучить работе на оборудовании лаборатории (3D принтер, 3D сканер)

Развивающие:

- развить элементы технического, объемного, пространственного, логического и креативного мышления;
- сформировать опыт проектной, конструкторской и технологической творческой деятельности;
- развить навыки самостоятельного моделирования и конструирования, воспроизводящего и творческого воображения;
- пробудить интерес к устройству различного современного высокотехнологичного оборудования,

Воспитательные:

- сформировать умение планировать работу;
- сформировать умение рационально распределять время, анализировать результаты как своей деятельности, так и других обучающихся;

Планируемые результаты:

Предметные:

- овладеют знаниями основ инженерного 3D моделирования - базовые принципы использования технологий как для изготовления двухмерных, так и трехмерных моделей;
- изучат принцип работы и устройство оборудования различных типов (3D принтеров, 3D сканеров, 3D фрезера, ЧПУ лазерного гравера, ЧПУ режущего плоттера),
- познакомится с отличительными особенностями той или иной технологии и их границы применимости в соответствии с использованным оборудованием - основы моделирования в соответствующем ПО для последующего изготовления модели;
- сформируют навыки работы на оборудовании лаборатории (3D принтер, 3D сканер) - названия, свойства и область применения используемых материалов.
- расширят общий технический кругозор;

Метапредметные:

- разовьют элементы технического, объемного, пространственного, логического и креативного мышления;
- сформируют опыт проектной, конструкторской и технологической творческой деятельности;
- разовьют навыки самостоятельного моделирования и конструирования, воспроизводящего и творческого воображения;

- сформируют устойчивый интерес к устройству различного современного высокотехнологичного оборудования,
- сформируют навыки рационально распределять время, анализировать результаты как своей деятельности, так и других обучающихся

Личностные:

- разовьют устойчивый интерес к выбранному профилю деятельности;
- сформируют навыки сотрудничества в межличностных отношениях со сверстниками, педагогами;
- сформируют ценностное отношение к технологии как возможной области будущей практической деятельности.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Тема № 1. **Вводное занятие**

Теория

Техника безопасности при работе в компьютерном классе и в лаборатории инженерного 3D моделирования. Основные правила безопасной работы с оборудованием и материалами. Ознакомление с планом работы. Организационные вопросы.

Тема № 2. **Общие сведения об устройстве оборудования лаборатории инженерного 3D моделирования**

Теория

Краткий обзор оборудования в 3D лаборатории. Их устройство, основные узлы, принцип работы. Возможности и ограничения оборудования, расходные материалы. Примеры работ.

Тема № 3. **Общие сведения об используемых технологиях изготовления материальных моделей**

Теория

Краткий обзор технологий изготовления материальных моделей на оборудовании лаборатории. Границы применимости технологий, примеры.

Тема № 4. **Основы работы с 3D принтером**

Теория

Освоение ПО для подготовки моделей к печати. Основные параметры принтера и их настройка. Калибровка принтера. Изучение основных приемов работы с 3D принтером.

Практика

Знакомство с ПО. Подготовка моделей к печати, печать.

Тема № 5. **Основы работы с ЧПУ лазерным гравером**

Теория

Освоение ПО для подготовки моделей к вырезанию. Основные параметры гравера и их настройка. Изучение основных приемов работы с ЧПУ лазерным гравером.

Практика

Подготовка моделей к вырезанию, вырезание модели педагогом, обучающиеся наблюдают дистанционно, сборка модели.

Тема № 6. **Основы работы с ЧПУ плоттером**

Теория

Освоение ПО для подготовки моделей к вырезанию. Основные параметры плоттера и их настройка. Изучение основных приемов работы с ЧПУ плоттером.

Практика

Подготовка моделей к вырезанию, вырезание модели педагогом, обучающиеся наблюдают дистанционно.

Тема № 7. **Основы работы с 3D фрезерным станком**

Теория

Освоение ПО для подготовки моделей к фрезерованию. Основные параметры фрезерного станка и их настройка. Изучение основных приемов работы с 3D фрезерным станком.

Практика

Подготовка моделей к фрезерованию, фрезерование модели педагогом.

Тема № 8 **Основы работы с 3D сканером**

Теория

Освоение ПО для подготовки моделей к сканированию. Основные параметры сканера и их настройка. Калибровка сканера. Изучение основных приемов работы с 3D сканером.

Практика

Калибровка и настройка сканера, сканирование моделей.

Тема № 9. **Заключительное занятие**

Теория

Подведение итогов работы. Выставка.

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

В процессе обучения используется следующие оценочные материалы:

- анкета для учащихся – один раз в год
- информационная карта "Оценка результативности образовательного процесса" – пять раз в год
- информационная карта "Итоговая оценка результативности образовательного процесса" – один раз в год

Формы и виды контроля:

Критерии результативности ориентированы на развитие личности и включают оценку освоения определенного объема знаний, умений, навыков. В процессе обучения педагог осуществляет текущий и итоговый анализ качества, правильности выполнения операций при изготовлении деталей и узлов модели, при этом преподаваемые теоретические знания проверяются в процессе практической работы.

Для успешной оценки каждый учащийся должен изготовить три модели.

Входной контроль проводится в сентябре-октябре с целью выявления первоначального уровня знаний и умений учащихся.

Формы проведения входного контроля:

- Педагогическое наблюдение;
- Устный опрос;
- Выполнение тестовых заданий;
- Анализ качества работ.

Критерии оценки первоначального уровня знаний и умений:

- Знает основные устройства и оборудование лаборатории;
- Умеет распознавать основные устройства и оборудования лаборатории по виду;
- Знает общие сведения об используемых технологиях;
- Знает общие сведения об используемых материалах;
- Умеет "читать" простые чертежи, схемы.

По итогам входной диагностики заполняется информационная карта "Определения уровня первоначальных знаний и умений":

№	Фамилия, имя	Уровень знаний и умений	Примечания

Оценка производится по 5-балльной шкале:

"5" - отлично, "4" - хорошо, "3" - посредственно, "2" - плохо.

Текущий контроль осуществляется на занятиях в течение всего учебного года для отслеживания уровня освоения учебного материала.

Формы текущего контроля:

- Педагогическое наблюдение;
- Устный опрос;

Оценка производится по 5-балльной шкале:
"5" - отлично, "4" - хорошо, "3" - посредственно, "2" - плохо.

Итоговая оценка - среднее арифметическое по 12 оценкам.

В процессе реализации применяются современные образовательные технологии:

1. Технология развивающего обучения используется в темах, где учащиеся осваивают подготовку, настройку оборудования, работу с ПО.

В процессе деятельности учащиеся не только запоминают специальные термины, усваивают правила и алгоритмы, но и обучаются рациональным приемам применения знаний на практике, разрабатывая и создавая модели – материальные и на ПО. Задача трехмерного (или, сокращенно, 3D) моделирования — разработать визуальный объемный образ желаемого объекта путем использования специализированного ПО. Но для успешной реализации своей идеи учащийся должен обладать не только навыками работы в данном ПО, но и понимать, какие физические ограничения накладывает тот или иное оборудование на процесс построения материальной модели. Иначе говоря, осуществлять грамотный и обоснованный выбор типа оборудования для реализации своей идеи. Данные знания и навыки позволят сформировать гармонично развитую творческую личность, способную к самостоятельной работе.

Таким образом, технология содействует развитию учащегося путем взаимодействия с окружающей его средой и способствует его саморазвитию.

2. Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) - Развитие способов работы с информацией разных видов и на разных носителях с целью осуществления самостоятельной познавательной деятельности - использование в процессе обучения информационных ресурсов Интернета. Технология обеспечивает повышение эффективности образовательного процесса. Среди современных информационных средств обучения наиболее активно используемыми являются: специализированные форумы, электронные технические библиотеки, каталоги.

3. Технология проектного обучения – в темах, посвященных разработке и выполнению моделей. Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более сознательно подходить к профессиональному и социальному самоопределению.

Дидактический материал:

- методические пособия
- компьютерные программы
- наглядные пособия (готовые модели, примеры работ)
- презентации

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

Список литературы для педагога:

1. Большаков В., Бочков А. Сергеев А., 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex - издательство «Питер», 2011.
2. Миронов Д., CorelDRAW 11. Учебный курс - издательство «Питер», 2002.
3. Пясталова И.Н. Использование проектной технологии во внеурочной деятельности// «Дополнительное образование и воспитание» №6(152) 2012. – С.14-16.
4. Самойлов В.С., Эйхманс Э.Ф., Фальковский В.А. и др., Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник/ - М.: Машиностроение, 1988

Список литературы для учащихся и родителей:

1. Большаков В., Бочков А. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor - издательство «Питер», 2013.
2. Конакова И.П., Пирогова И.И. Компьютерная графика. КОМПАС и AutoCAD И.: Уральский университет, 2015
3. Миронов Д., CorelDRAW 11. Учебный курс - издательство «Питер», 2002.
4. Самойлов В.С., Эйхманс Э.Ф., Фальковский В.А. и др., Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: Справочник/ - М.: Машиностроение, 1988

Интернет-источники:

Для педагога:

1. http://cubify.s3.amazonaws.com/public/cubex/cubex_user_guide.pdf
2. https://www.epiloglaser.com/downloads/pdf/mini_helix_4.22.10.pdf
3. <https://www.epiloglaser.com/tech-support/laser-manuals.htm>
4. http://support.rolanddga.com/docs/Documents/departments/Technical%20Services/Manuals%20and%20Guides/GX-500_USE_EN_R4.pdf
5. http://support.rolanddga.com/_layouts/RolandDGA/productdetail.aspx?pm=MDX-40A
6. <http://rangevision.com/ru/>

Для учащихся:

1. <http://fab.cba.mit.edu/content/tools/>
2. <https://www.pinterest.com/creativeuseofte/laser-cut-wood/>
3. <http://www.myminifactory.com/>
4. <https://grabcad.com/>
5. <http://corel.demiart.ru/book/MENU.htm>

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе
«Введение в 3D моделирование и проектирование»

Направленность	Техническая			
Продолжительность освоения	1 год			
Возраст детей	14-16 лет			
Нормативное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общеобразовательная программа «Введение в 3D моделирование и проектирование» Рабочая программа 2. План воспитательной работы (план мероприятий) 3. Инструкции по технике безопасности 4. Нормативная документация: <ul style="list-style-type: none"> • Федеральный закон Российской Федерации №273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 • Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 №1726-р • Стратегия развития системы образования Санкт-Петербурга на 2011–2020 гг. «Петербургская Школа 2020» // Совет по образовательной политике Комитета по образованию Правительства Санкт-Петербурга, 2010 • Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года // Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 №996-р • Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательной организации дополнительного образования детей" // Постановление Главного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41 • Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам // Приказ Министерства образования и науки РФ от 29.08.2013 г. №1008 • Об утверждении Методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ в государственных образовательных организациях Санкт-Петербурга, находящихся в ведении Комитета по образованию от 01.03.2017 г. №617-Р 			
	Разделы УМК			
Разделы /темы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
Тема 1. Вводное занятие.	Инструкции по технике	Инструкции по технике	Информационная карта	Доска, персональный

Введение в предмет. Инструктаж по ТБ.	безопасности на улице, в транспорте, в учреждении. План работы на год в соответствии с образовательной программой.	безопасности на улице, в транспорте, в учреждении.	"Определения уровня первоначальных знаний и умений"	компьютер преподавателя, проектор, экран
Тема 2. Общие сведения об устройстве оборудования лаборатории инженерного 3D моделирования	Конспект лекций, Материалы специализированных сайтов. Большаков В., Бочков А. Сергеев А., 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex - издательство «Питер», 2011	Модели, выполненные в лаборатории, материалы с сайтов. Большаков В., Бочков А. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor - издательство «Питер», 2013.	Опросные карточки	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран
Тема 3. Общие сведения об используемых технологиях изготовления материальных моделей	Конспект лекций, Материалы специализированных сайтов	Презентация Большаков В., Бочков А. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor - издательство «Питер», 2013.	Опросные карточки	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран
Тема 4. Основы работы с 3D принтером и соответствующим ПО для подготовки моделей	Конспект лекций,	Технологическая карта по работе с оборудованием и ПО, чертежи	Тест, карта оценки результативности образовательного процесса	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран
Тема 5. Основы работы с ЧПУ лазерным гравером и соответствующим ПО для подготовки моделей	Конспект лекций, Технологическая карта работы с ЧПУ лазерный гравер Материалы сайтов в Интернете	Инструкция по работе с ЧПУ лазерный гравер	Тестовое задание, технологические карты	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран ЧПУ лазерный гравер

Тема 6. Основы работы с ЧПУ плоттером и соответствующим ПО для подготовки моделей	Конспект лекций, Технологическая карта работы с ЧПУ плоттером Материалы сайтов в Интернете	Инструкция по работе с ЧПУ плоттером	Тестовое задание, технологические карты	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран.
Тема 7. Основы работы с 3D фрезером и соответствующим ПО для подготовки моделей	Конспект лекций, Технологическая карта работы с 3D фрезером Материалы сайтов в Интернете	Инструкция по работе с 3D фрезером	Тестовое задание, карта оценки результативности образовательного процесса	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран
Тема 8. Основы работы с 3D сканером и соответствующим ПО для подготовки моделей	Конспект лекций, Технологическая карта работы с 3D сканером Материалы сайтов в Интернете	Инструкция по работе с 3D сканером.	Тест, карта оценки результативности образовательного процесса	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран,
Тема 9. Итоговое занятие	Конспект лекций, Карта оценки результативности образовательного процесса	Модели	Карта оценки результативности образовательного процесса	Доска, персональный компьютер преподавателя, проектор, экран,