

**ДЕПАРТАМЕНТ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОБРАЗОВАНИЮ И НАУКЕ**

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ПЕЧЕРСКАЯ СРЕДНЯЯ ШКОЛА  
СМОЛЕНСКОГО РАЙОНА СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ПРИНЯТО**

На заседании педагогического совета  
от « 24 » марта 2021 г.  
Протокол № 3

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор МБОУ Печерской СШ  
МБОУ Печерская СШ  
Рябикова Н.Ф.

«24» марта 2021 г.

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
технической направленности  
«3-D-моделирование»**

Возраст обучающихся: 11-18 лет  
Срок реализации 1 год

Автор-составил:  
Гращенко Александр Александрович,  
учитель географии.

с. Печерск

2021 год

**ДЕПАРТАМЕНТ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОБРАЗОВАНИЮ И НАУКЕ**

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ПЕЧЕРСКАЯ СРЕДНЯЯ ШКОЛА  
СМОЛЕНСКОГО РАЙОНА СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ПРИНЯТО**

На заседании педагогического совета  
от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.  
Протокол № \_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор МБОУ Печерской СШ  
\_\_\_\_\_ Рябикова Н.Ф.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
технической направленности  
«3-D-моделирование»**

Возраст обучающихся: 11-18 лет

Срок реализации 1 год

Автор-составил:  
Гращенко Александр Александрович,  
учитель географии.

**с. Печерск**

**2021 год**

## Пояснительная записка

Мировая и отечественная экономика входят в новый технологический уровень, который требует качественно иного уровня подготовки инженеров. В то же время нехватка инженерных кадров в настоящее время в России является серьезным ограничением для развития страны.

Решающее значение в работе инженера-конструктора или проектировщика имеет способность к пространственному воображению. Пространственное воображение необходимо для чтения чертежей, когда из плоских проекций требуется вообразить пространственное тело со всеми особенностями его устройства и формы. Как и любая способность, пространственное воображение может быть улучшено человеком при помощи практических занятий. Как показывает практика, не все люди могут развить пространственное воображение до необходимой конструктору степени, поэтому освоение 3D-моделирования в основной средней школе призвано способствовать приобретению соответствующих навыков.

Данный кружок посвящен изучению простейших методов 3D-моделирования с помощью свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа рассчитана на 3 часа в неделю. Для реализации программы в кабинете имеются, компьютеры, 3D - принтер, проектор, экран.

Название курса – «3D моделирование»

Класс – 8-11

### **Цель реализации программы:**

Формирование и развитие у обучающихся интеллектуальных и практических компетенций в области создания пространственных моделей. Освоить элементы основных предпрофессиональных навыков специалиста по трехмерному моделированию.

### **Задачами реализации программы учебного предмета являются:**

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

#### **сформировать:**

- положительное отношение к алгоритмам трехмерного моделирования
- представление об основных инструментах программного обеспечения для 3D-моделирования.

#### **сформировать умения:**

- ориентироваться в трехмерном пространстве сцены;
- эффективно использовать базовые инструменты создания объектов;
- модифицировать, изменять и редактировать объекты или их отдельные элементы;
- объединять созданные объекты в функциональные группы;
- создавать простые трехмерные модели.

### **Общая характеристика учебного курса**

Программа данного кружкового объединения ориентирована на систематизацию знаний и умений по курсу информатики в части изучения информационного моделирования. Кружок рассчитан на 102 часа и посвящен изучению основ создания моделей средствами редактора трехмерной графики Blender.

Практические задания, выполняемые в ходе изучения материала кружка, готовят учеников к решению ряда задач Единого государственного экзамена, связанных с построением и расчетом объектов стереометрии.

Кружок с одной стороны призван развить умения использовать трехмерные графические представления информации в процессе обучения в образовательном учреждении общего среднего

образования, а с другой – предназначен для прикладного использования обучающимися в их дальнейшей учебной или производственной деятельности.

Содержание кружка представляет собой самостоятельный модуль, изучаемый параллельно освоению программ основной школы по курсам информатики и технологии.

Предполагается, что учащиеся владеют элементарными навыками работы в офисных приложениях, знакомы с основными элементами их интерфейса.

### **Основные разделы программы кружка**

1. Введение. Интерфейс программы, панели инструментов.
2. Создание простейших объектов в трехмерном пространстве.
3. Цветовое кодирование осей
4. Камеры, навигация в сцене, ортогональные проекции (виды).
5. Три типа трехмерных моделей. Составные модели
6. Плоские и криволинейные поверхности. Сплаины и полигоны.
7. Интерфейс программы. Главное меню. Панели инструментов.
8. Базовые инструменты рисования.
9. Логический механизм интерфейса. Привязки курсора.
10. Построение плоских фигур в координатных плоскостях.
11. Стандартные виды (проекции).
12. Инструменты и опции модификации
13. Фигуры стереометрии.
14. Измерения объектов. Точные построения.
15. Материалы и текстурирование.

### **Перечень форм организации учебной деятельности**

Курс кружкового объединения ведется в виде сообщающих бесед и фронтальных практических занятий. В ходе беседы дается информация о конкретных методах и приемах визуализации данных. На практических занятиях учащиеся, опираясь на полученные сведения и информацию, самостоятельно выполняют задания по освоению технологий визуализации.

Реализация задач кружка осуществляется с использованием словесных методов с демонстрацией конкретных приемов работы с интерфейсом программы Blender. Практические занятия обучающиеся выполняют самостоятельно по раздаточным материалам, подготовленным учителем.

Параллельно учениками выполняется проектная работа. Подготовленная работа представляется в электронном виде. По итогам защиты проектных работ учитель делает вывод об уровне усвоения обучающимися материала элективного курса.

### **Личностные, метапредметные и предметные результаты освоения учебного предмета, курса** **Личностные и метапредметные результаты:**

#### *Личностные результаты:*

Готовность и способность к самостоятельному обучению на основе учебно-познавательной мотивации, в том числе готовности к выбору направления профильного образования с учетом устойчивых познавательных интересов. Освоение материала курса как одного из инструментов информационных технологий в дальнейшей учёбе и повседневной жизни.

#### *Метапредметные результаты:*

Регулятивные универсальные учебные действия:

- освоение способов решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- формирование умений ставить цель – создание творческой работы, планировать достижение этой цели, создавать наглядные динамические графические объекты в процессе работы;
- оценивание получающегося творческого продукта и соотнесение его с изначальным замыслом, выполнение по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- строить рассуждение от общих закономерностей к частным явлениям и от частных явлений к общим закономерностям, строить рассуждение на основе сравнения предметов и явлений, выделяя при этом общие признаки.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий;
- подготовка графических материалов для эффективного выступления.

### **Предметные результаты:**

Кружок способствует достижению обучающимися предметных результатов учебного предмета «Информатика». Учащийся получит углубленные знания о возможностях построения трехмерных моделей. Научится самостоятельно создавать простые модели реальных объектов.

### **Содержание учебного предмета, курса.**

Трехмерное моделирование. Трехмерное рабочее пространство.

Интерфейс редактора трехмерного моделирования. Панели инструментов.

Создание объектов в трехмерном пространстве.

Базовые инструменты рисования. Камеры, навигация в сцене, ортогональные проекции (виды).

Инструменты модификации объектов.

Навыки трехмерного моделирования

Создание фигур стереометрии. Группирование объектов. Управление инструментами рисования и модификаций. Материалы и текстурирование. Создание простых моделей.

**Календарно-тематический план кружка «3-D-моделирование»**

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Время проведения занятий</b>	<b>Форма занятия</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Тема занятия</b>	<b>Место проведения</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	07.09	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Введение в образовательную деятельность	Каб. №13	Беседа.
2.	07.09	15.50-17.35	Мастер-класс.	1	Техника безопасности. Техника пожарной безопасности. Знакомство с оборудованием	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
3.	14.09	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Кейс «Колесо - изготовление шины» Проектирование модели изделия	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
4.	14.09	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Кейс «Колесо - изготовление шины» Проектирование модели изделия	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
5.	21.09	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Технологическая подготовка модели	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
6.	21.09	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Подготовка задания для печати и печать изделия на 3D-принтере.	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
7.	28.09	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Подготовка задания для печати и печать изделия на 3D-принтере.	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
8.	28.09	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Подготовка задания для печати и печать изделия на 3D-принтере.	Каб. №13	Опрос.
9.	05.10	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Подготовка задания для печати и печать изделия на 3D-принтере.	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
10.	05.10	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Публичная демонстрация кейса	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
11.	12.10	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Публичная демонстрация кейса	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
12.	12.10	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Кейс «Капсула жизни» Проектирование изделия	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
13.	19.10	15.50-17.35	Мастер-класс.	1	Кейс «Капсула жизни» Проектирование изделия	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.

14.	19.10	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Кейс «Капсула жизни» Проектирование изделия	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
15.	26.10	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Кейс «Капсула жизни» Проектирование изделия	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
16.	26.10	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Технологическая подготовка модели	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
17.	02.11	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Технологическая подготовка модели	Каб. №13	Опрос.
18.	02.11	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Изготовление заготовок на станке	Каб. №13	Опрос.
19.	09.11	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Изготовление заготовок на станке	Каб. №13	Опрос.
20.	09.11	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Сборка конструкции	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
21.	16.11	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Сборка конструкции	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
22.	16.11	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Предварительные тестовые испытания	Каб. №13	Тестирование
23.	23.11	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Предварительные тестовые испытания	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
24.	23.11	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Модификация разработки	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
25.	30.11	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Модификация разработки	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
26.	30.11	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
27.	07.12	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.

28.	07.12	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос.
29.	14.12	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
30.	14.12	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
31.	21.12	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Проектная деятельность	Школьная территория.	Педагогическое наблюдение
32.	21.12	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
33.	28.12	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Проектная деятельность	Школьная территория.	Педагогическое наблюдение.
34.	28.12	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Мастер – классы	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
35.	11.01	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Мастер – классы	Каб. №13	Тестирование.
36.	11.01	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Мастер – классы	Каб. №13	Беседа.
37.	18.01	15.50-17.35	Мастер-класс.	1	Мастер – классы	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
38.	18.01	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Мастер – классы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
39.	25.01	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Мастер – классы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
40.	25.01	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Техника безопасности Воздействие лазерного излучения на различные материалы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
41.	01.02	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Техника безопасности Воздействие лазерного излучения на различные материалы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
42.	01.02	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Кейс«Гравировка»	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.



43.	08.02	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Кейс«Гравировка»	Каб. №13	Опрос.
44.	08.02	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Исследование воздействия лазерного излучения на поверхность материалов	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
45.	15.02	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Исследование воздействия лазерного излучения на поверхность материалов	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
46.	15.02	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Гравировка рисунка на объект	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
47.	22.02	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Гравировка рисунка на объект	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
48.	22.02	15.50-17.35	Мастер-класс.	1	Исследование воздействия лазерного излучения на поверхность дерева	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
49.	01.03	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Исследование воздействия лазерного излучения на поверхность дерева	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
50.	01.03	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Гравировка эмблемы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
51.	08.03	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Гравировка эмблемы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
52.	08.03	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос.
53.	15.03	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос.
54.	15.03	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос.
55.	22.03	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
56.	22.03	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
57.	29.03	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Тестирование
58.	29.03	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
59.	05.04	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Проектная деятельность	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.

60.	05.04	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Мастер – классы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
61.	12.04	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Мастер – классы	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
62.	12.04	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Мастер – классы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
63.	19.04	15.50-17.35	Занятие-практикум.	1	Мастер – классы	Каб. №13	Опрос.
64.	19.04	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Мастер – классы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
65.	26.04	15.50-17.35	Лекция-диалог	1	Мастер – классы	Каб. №13	Опрос в ходе беседы.
66.	26.04	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Техника безопасности. Основы пайки Подготовка оборудования для последующего использования.	Шкодная территория.	Педагогическое наблюдение
67.	03.05	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Ознакомление с технологией ручной пайки	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
68.	03.05	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Осуществления ручной пайки сборки	Шкодная территория.	Педагогическое наблюдение.
69.	10.05	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Осуществления ручной пайки сборки	Каб. №13	Педагогическое наблюдение.
70.	10.05	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Осуществление ручной распайки сборки	Каб. №13	Тестирование.
71.	17.05	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Осуществление ручной распайки сборки	Каб. №13	Тестирование.
72.	17.05	15.50-17.35	Занятие-практикум	1	Защита проектов.	Каб. №13	Тестирование.

## **Методическое обеспечение программы:**

### **Методические материалы**

В процессе обучения используются следующие методы: словесный, наглядный, практический, игровой, объяснительно-иллюстративный, деятельностный.

В процессе обучения используются следующие технологии:

- личностно-ориентированные;
- коммуникативные;
- информационно-коммуникационные;
- здоровьесберегающие;
- игровые.

Необходимым условием организации занятий является психологическая комфортность обучающихся, обеспечивающая их эмоциональное благополучие. Атмосфера доброжелательности, вера в силы ребёнка, индивидуальный подход, создание ситуации успеха необходимы не только для познавательного развития, но и для нормального психофизиологического состояния.

Алгоритм учебного занятия:

- I. Вводная часть
- II. Основная часть.
- III. Заключительная часть.

Вводная часть занятий предполагает подготовку обучающихся к работе, к восприятию материала, целеполагание.

В основной части занятия происходит мотивация учебной деятельности обучающихся (например, эвристический вопрос, познавательная задача, проблемное задание детям). Усвоение новых знаний и способов действий на данном этапе происходит через использование заданий и вопросов, активизирующих познавательную деятельность обучающихся. Здесь же целесообразно применение тренировочных упражнений, заданий, которые выполняются учащимися самостоятельно. Для того, чтобы переключить активность обучающихся (умственную, речевую, двигательную), на занятиях проводятся физкультминутки.

В заключительной части занятия - подведение итогов, рефлексия. В течение 2-3 минут внимание обучающихся акцентируется на основных идеях занятия. На этом же этапе учащиеся высказывают своё отношение к занятию, к тому, что им понравилось, а что было трудным.

На занятиях используется материал, вызывающий особый интерес у обучающихся: элементы индивидуальной защиты и пожарного вооружения, видеоролики. Ключевым моментом занятий является деятельность самих обучающихся, в которой они пробуют самостоятельно работать с оборудованием, делают выводы.

На занятиях используются обучающие плакаты, диаграммы задачи для самостоятельного решения. Кроме этого учащимся предлагаются темы для самостоятельного изучения, тесты для проверки полученных знаний.

Основой организации работы с детьми по данной программе является система дидактических принципов:

- принцип психологической комфортности - создание образовательной среды, обеспечивающей снятие всех стрессообразующих факторов учебного процесса;
- принцип целостного представления о мире - при введении нового знания раскрывается его взаимосвязь с предметами и явлениями окружающего мира;

- принцип вариативности - у обучающихся формируется умение осуществлять собственный выбор и им систематически предоставляется возможность выбора;

- принцип творчества - процесс обучения ориентирован на приобретение обучающимися собственного опыта творческой деятельности.

Изложенные выше принципы интегрируют современные научные взгляды об основах организации развивающего обучения, и обеспечивают решение задач интеллектуального и личностного развития. Это позволяет рассчитывать на проявление у обучающихся устойчивого интереса к занятиям, появление умений выстраивать внутренний план действий, развивать пространственное воображение, целеустремленность, настойчивость в достижении цели, учит принимать самостоятельные решения и нести ответственность за них.

## **Литература и методические материалы**

### Изобретательство и инженерия:

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986.
2. Иванов Г.И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать: кн. для учащихся ст. классов. — М.: Просвещение, 1994.
3. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: пер. с англ. — М.: Мир, 1969. John R. Dixon. Design Engineering: Inventiveness, Analysis and Decision Making. McGraw-Hill Book Company. New York. St. Louis. San Francisco. Toronto. London. Sydney. 1966.
4. Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением: жизн. стратегия творч. личности. — Мн: Белорусь, 1994.
5. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. — М: Московский рабочий, 1969.
6. Негодаев И.А. Философия техники: учебн. пособие. — Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997.

### 3D-моделирование и САПР:

1. Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений. — М.: Астрель, 2009.
2. Ройтман И.А., Владимиров Я.В. Черчение. Учебное пособие для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений. — Смоленск, 2000.
3. Герасимов А.А. Самоучитель КОМПАС-3D V9. Трёхмерное проектирование. — 400 с.
4. Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 400 с.
5. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А.И. Боровков [и др.]. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с. 6. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с. Хайтек: тулkit 69

### Аддитивные технологии:

1. Уик Ч. Обработка металлов без снятия стружки. — М.: Издво «Мир», 1965. — 549 с.
2. Wohlers T., Wohlers report 2014: Additivemanufacturingand 3D-printingstateoftheindustry: Annualworldwideprogressreport, Wohlers Associates, 2014.
3. Printing for Science, Education and Sustainable Development. Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро, CC AttributionNonCommercialShareAlike, 2013.

### Лазерные технологии:

1. Астапчик С.А., Голубев В.С., Маклаков А.Г. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. — Белорусская наука.

2. Colin E. Webb, Julian D.C. Jones. Handbook of Laser Technology And Applications (Справочник по лазерным технологиям и их применению) book 1-2 — ИОР.
3. Steen William M. Laser Material Processing. — 2nd edition. — Great Britain: Springer-Verlag.
4. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 — 143 с.
5. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. — М.: Физматлит, 2008.

#### Фрезерные технологии:

1. Рябов С.А. (2006) Современные фрезерные станки и их оснастка: учебное пособие.
2. Корытный Д.М. (1963) Фрезы.
3. Современные тенденции развития и основы эффективной эксплуатации обрабатывающих станков с ЧПУ / Чуваков А.Б. — Нижний Новгород: НГТУ, 2013.

#### Пайка и работа с электронными компонентами:

1. Максимихин М.А. Пайка металлов в приборостроении. — Л.: Центральное бюро технической информации, 1959. 70
2. Петрунин И.Е. Физико-химические процессы при пайке. — М.: Высшая школа, 1972.
3. Дистанционные и очные курсы, MOOC, видеоуроки, вебинары, онлайн-мастерские, онлайн-квесты и т. д. Моделирование Три основных урока по «Компасу» • <https://youtu.be/dkwNj8Wa3YU> • [https://youtu.be/KbSuL\\_rbEsI](https://youtu.be/KbSuL_rbEsI) • <https://youtu.be/241IDY5p3W> VR rendering with Blender — VR viewing with VRAIS. <https://www.youtube.com/watch?v=SMhGEu9LmYw> — одно из многочисленных видео по бесплатному ПО Blender.