

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)
Факультет технологии и предпринимательства
Кафедра современных промышленных технологий, робототехники и компьютерной графики

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности

« 24 » марта 2022 г.
Начальник управления _____
/Р.В. Самолетов/

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол № 23 от 2022 г. № 03
Председатель _____



Рабочая программа дисциплины

Основы прототипирования с использованием ЧПУ-станков

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль:

Технологическое образование (проектное обучение) и образовательная
робототехника

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
факультета технологии и
предпринимательства
Протокол «15» марта 2022 г. № 8
Председатель УМКом _____

/А.Н. Хаулин/

Рекомендовано кафедрой современных
промышленных технологий,
робототехники и компьютерной графики
Протокол от «10» марта 2022 г. №11
И.о.зав. кафедрой _____

/М.Г. Коренский/

Мытищи
2022

Авторы-составители

Корецкий Максим Григорьевич, кандидат педагогических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Основы прототипирования с использованием ЧПУ-станков» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ России от 22.02.2018 № 125.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2022

Содержание

1	Планируемые результаты обучения	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3	Объем и содержание дисциплины	5
4	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	7
5	Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	11
6	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	24
7	Методические указания по освоению дисциплины	25
8	Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	26
9	Материально-техническое обеспечение дисциплины	26

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов компетенций, связанных с работой на станках с числовым программным управлением, в рамках планирования и организации своей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- Изучить устройство и принцип работы станков с ЧПУ;
- Сформировать умения лазерно-гравировальной обработки конструкционных материалов;
- Сформировать умения объемной фрезерной обработки конструкционных материалов.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-3. Способен организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Для освоения курса «Основы прототипирования с использованием ЧПУ-станков» студенты используют знания, полученные в ходе изучения дисциплин: Материаловедение, Обработка конструкционных материалов.

Освоение дисциплины «Основы прототипирования с использованием ЧПУ-станков» является необходимым для последующего изучения таких дисциплин как: «Технологические основы работы на станках ЧПУ», «Техническое конструирование и моделирование», «Технологии современного производства».

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в часах	144
Контактная работа:	94,2
Лекции	14(2) ¹
Практические занятия	80
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт с оценкой	0,2
Самостоятельная работа	42
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой в 5 семестре

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов(тем) Дисциплины с кратким содержанием	Количество часов	
	Лекции	Практические занятия
Тема 1. Классификация станков с ЧПУ Основные вопросы: Сверлильные станки Расточные станки Токарные станки Токарно-карусельные Фрезерные станки Обработывающие центры Шлифовальные станки Электроэрозионные станки	2	4

¹ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Тема 2. Устройство лазерно-гравировального станка Основные вопросы: Координатный стол, Летающая оптика, Рабочий стол, Алюминиевые ламели, Сотовый стол, Игольчатый стол, Лазерная трубка, Блок высокого напряжения (Блок накачки), Воздушный компрессор, Система вытяжки, Система охлаждения, Поворотное устройство	-	4
Тема 3. Юстирование лазерно-гравировального станка Основные вопросы: Монтаж и регулировка по горизонту станины станка; Проверка правильного положения размещения излучающей трубки; Заземление гравера; Проверка качества соединения элементов питания; Сборка и проверка на работоспособность системы охлаждения гравировального аппарата; Проверка механической части станка на отсутствие вибраций.	-	2
Тема 4. Подготовка лазерно-гравировального станка к работе Основные вопросы: Установка лазерной трубки, Подключение системы охлаждения, Проверка инструментального портала,	-	4
Тема 5. Установка фокусного расстояния Основные вопросы: Значение положение фокуса, положительный и отрицательный фокус, нулевой фокус	-	2
Тема 6. Классификация линз, зеркал и трубок лазерно-гравировального станка Основные вопросы: Устройство оптической системы лазерного станка с ЧПУ, Виды лазерных трубок, Линзы GaAs, Линзы ZnSe, Фокусное расстояние, Диаметр линзы,	2	4
Тема 7. Принцип работы лазерной трубки Основные вопросы: Конструкция лазерной трубки, принцип работы лазерной трубки, Что представляет собой лазерный луч, Многомодовый и одномодовый режим работы	-	2
Тема 8. Виды и типы излучений	-	4
Тема 9. Настройка лазерно-гравировального станка перед запуском Основные вопросы: Профилактика механики, Сборка оптической системы, Организация заземления оборудования, юстировка лазерной системы, Первый запуск станка, подключение ПК, установка всего необходимого программного обеспечения,	-	4
Тема 10. Подготовка и хранение файлов .rd	2	2

Тема 11. Порядок обработки изображения для лазерной резки и гравировки Основные вопросы: Замкнутость, Наложение линий, Толщина линий, Одновременные операции, Толщина перемычек	-	4
Тема 12. Создание простой 2х мерной модели в CAD системе Основные вопросы: Команды создания двумерных объектов, Редактирование чертежа, Перечень команд редактирования, Средства выбора объектов, Создание слоев, Средства обеспечения точности геометрических построений, Объектная привязка, Автоотслеживание объектов, Штриховка, Видовые экраны	-	4
Тема 13. Создание сложной 2х мерной модели в CAD системе Основные вопросы: Команды создания двумерных объектов, Редактирование чертежа, Перечень команд редактирования, Средства выбора объектов, Создание слоев, Средства обеспечения точности геометрических построений, Объектная привязка, Автоотслеживание объектов, Штриховка, Видовые экраны	-	2
Тема 14. Расчет МЦХ в 2х мерной модели Основные вопросы: Алгоритм построения чертежа детали, Алгоритм определения МЦХ детали,	2	2
Тема 15. Обработка в САМ системе 2х мерной модели Виды и назначение фрез. Принципы моделирования деталей под фрезерную 3Добработку. Черновая и чистовая обработка деталей. Создание программ для ЧПУ-обработки, производство деталей на фрезерном станке	-	4
Тема 16. Выполнение резки на лазерно-гравировальном станке	-	2
Тема 17. Создание и обработка векторного рисунка для гравировки Основные вопросы: Определение краев, Квантование цветов, Расположение вектора в координатах в программе, Расположение объектов	-	2
Тема 18. Обработка в САМ системе векторного рисунка для гравировки	2	2
Тема 19. Выполнение гравировки векторного рисунка на лазерно-гравировальном станке	-	2
Тема 20. Создание и обработка растрового рисунка для гравировки	-	2
Тема 21. Обработка в САМ системе растрового рисунка для гравировки	2	4
Тема 22. Выполнение гравировки растрового рисунка на лазерно-гравировальном станке	-	2

Тема 23. Сборка 3х мерных моделей выполненных на лазерно-гравировальном станке	2	2
Тема 24. Обслуживание и эксплуатация лазерно-гравировальных станков Основные вопросы: Панель управления лазерного станка, Перемещение лазерной головки влево и вправо, Сброс, Проверка лазера, Настройка скорости, минимальной и максимальной мощности обработки, Выбор файла для обработки, Старт/пауза, Рамка.	-	4
Тема 25. Кинематика станков с ЧПУ Основные вопросы: Кинематическая схема станка, кинематическое звено, Кинематическая настройка станка, Движения в станках с ЧПУ, Кинематическая цепь, Анализ кинематики	-	2
Тема 26. Механические передачи станков с ЧПУ Типы передач зацепления: - Зубчатые (реечные) - Червячные - Гипоидные - Цепные - Ременные - Винтовые - Волновые. Выбор типа передачи для рекламных производств, Типы передач для дерево- и металлообработки	-	2
Тема 27. Устройство фрезерного станка с ЧПУ Основные вопросы: Основные элементы фрезерного станка, механическая и электронная части, фреза, шпиндель, портал и двигатель, Программное обеспечение	-	4
Тема 28. Фрезерование рекламной продукции Основные вопросы: Материалы, применяемые при фрезеровке рекламной продукции, типы рекламных изделий, которые можно изготовить на фрезерном станке с чпу, Преимущества фрезеровки на станках с чпу при создании рекламной продукции, этапы работ:	-	2
Итого:	14(2)²	80

² Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

4.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Метод. обеспечение	Форма отчетности
Тема 1. Классификация станков с ЧПУ	Классификация станков с ЧПУ	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 2. Устройство лазерно-гравировального станка	Устройство лазерно-гравировального станка	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 3. Юстирование лазерно-гравировального станка	Юстирование лазерно-гравировального станка	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 4. Подготовка лазерно-гравировального станка к работе	Подготовка лазерно-гравировального станка к работе	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 5. Установка фокусного расстояния	Установка фокусного расстояния	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 6. Классификация линз, зеркал и трубок лазерно-гравировального станка	Классификация линз, зеркал и трубок лазерно-гравировального станка	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 7. Принцип работы лазерной трубки	Принцип работы лазерной трубки	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии

трубки					
Тема 8. Виды и типы излучений	Виды и типы излучений	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 9. Настройка лазерно-гравировального станка перед запуском	Настройка лазерно-гравировального станка перед запуском	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 10. Подготовка и хранение файлов .rd	Подготовка и хранение файлов .rd	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 11. Порядок обработки изображения для лазерной резки и гравировки	Порядок обработки изображения для лазерной резки и гравировки	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 12. Создание простой 2х мерной модели в CAD системе	Создание простой 2х мерной модели в CAD системе	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 13. Создание сложной 2х мерной модели в CAD системе	Создание сложной 2х мерной модели в CAD системе	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 14. Расчет МЦХ в 2х мерной модели	Расчет МЦХ в 2х мерной модели	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 15. Обработка в САМ системе 2х мерной модели	Обработка в САМ системе 2х мерной модели	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии

Тема 16. Выполнение резки на лазерно-гравировальном станке	Выполнение резки на лазерно-гравировальном станке	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 17. Создание и обработка векторного рисунка для гравировки	Создание и обработка векторного рисунка для гравировки	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 18. Обработка в САМ системе векторного рисунка для гравировки	Обработка в САМ системе векторного рисунка для гравировки	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 19. Выполнение гравировки векторного рисунка на лазерно-гравировальном станке	Выполнение гравировки векторного рисунка на лазерно-гравировальном станке	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 20. Создание и обработка растрового рисунка для гравировки	Создание и обработка растрового рисунка для гравировки	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 21. Обработка в САМ системе растрового рисунка для гравировки	Обработка в САМ системе растрового рисунка для гравировки	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 22. Выполнение гравировки растрового рисунка на	Выполнение гравировки растрового рисунка на лазерно-гравировальном станке	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии

лазерно-гравировальном станке					
Тема 23. Сборка 3х мерных моделей выполненных на лазерно-гравировальном станке	Сборка 3х мерных моделей выполненных на лазерно-гравировальном станке	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 24. Обслуживание и эксплуатация лазерно-гравировальных станков	Обслуживание и эксплуатация лазерно-гравировальных станков	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 25. Кинематика станков с ЧПУ	Кинематика станков с ЧПУ	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 26. Механические передачи станков с ЧПУ	Механические передачи станков с ЧПУ	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 27. Устройство фрезерного станка с ЧПУ	Устройство фрезерного станка с ЧПУ	2	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Тема 28. Фрезерование рекламной продукции	Фрезерование рекламной продукции	1	Подготовка к практическому занятию	Осн. лит-ра Доп. лит-ра	Работа на практическом занятии
Итого:		42			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции	Формы учебной работы по формированию компетенций в процессе освоения образовательной программы
ДПК-3. Способен организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	Когнитивный	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
	Операционный	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
	Деятельностный	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ДПК-3. Способен организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей

Этапы формирования компетенции	Уровни освоения составляющей компетенции	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				Выражение в баллах БРС

Когнитивный	базовый	Знание организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	Общие знания основных методов организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	41-60
	повышенный		Системные знания методов организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	61 - 80

	продви нутый		Аргументированные знания методов организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	81 - 100
Операц ионны й	базовы й	Умение самостоятельно организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	В целом верное, но недостаточно точно умение самостоятельно организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	41-60

	повыш енный		В целом сформированное и систематическое умение самостоятельно организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	61 - 80
	продви нутый		Успешное, систематическое и обоснованное умение самостоятельно организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	81 - 100

Деятельностный	базовый	Владение начальным опытом организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	Фрагментарное владение опытом организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	41-60
	повышенный	Владение начальным опытом организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	Целенаправленное и грамотное владение опытом самостоятельной организации деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	61 - 80

	продви нутый		Уверенное владение организацией деятельности обучающихся, направленной на развитие и поддержание у них познавательной активности, самостоятельности, инициативы и творческих способностей	81 - 100
--	-----------------	--	---	----------

Описание шкал оценивания

Шкала оценивания контрольной работы

Критерии оценивания	Баллы
Содержание контрольной работы соответствует ее названию. Контрольная работа оформлена в соответствии с требованиями. В тексте полностью раскрыты ключевые аспекты проблемы, содержится список литературы. Студент хорошо ориентируется в тексте контрольной работы и рассматриваемой проблеме, самостоятельно отвечает на вопросы, не пользуясь текстом контрольной работы или прибегая к ней в минимальном объеме, иллюстрирует свой ответ практическими примерами, делает необходимые обоснованные выводы. Контрольная работа сопровождается презентацией.	35 баллов
Содержание контрольной работы соответствует ее названию. Контрольная работа оформлена в соответствии с требованиями. В тексте раскрыты ключевые аспекты проблемы, содержится список литературы. Студент ориентируется в тексте контрольной работы и рассматриваемой проблеме, отвечает на вопросы, пользуясь текстом контрольной работы, делает необходимые выводы.	17 баллов

Содержание контрольной работы соответствует ее названию. Контрольная работа оформлена в соответствии с требованиями, содержит список литературы. Студент отвечает на вопросы, пользуясь текстом контрольной работы, делает необходимые обоснованные выводы при наводящих вопросах преподавателя.	8 баллов
Содержание контрольной работы не соответствует ее названию, не раскрывает рассматриваемый вопрос. Оформление не соответствует необходимым требованиям. В тексте контрольной работы студент не ориентируется, не может дать необходимых разъяснений по тексту.	0 баллов

Шкала оценивания практической работы

Критерии оценивания	Баллы
Высокая активность на практических занятиях, выполняет задачи и поставленные практические задания. Содержание и изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.	35 баллов
Участие в работе на практических занятиях, выполняет задачи и поставленные практические задания. Изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	17 баллов

Низкая активность на практических занятиях, не выполняет самостоятельно задачи и поставленные практические задания. Студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.	8 баллов
Отсутствие активности на практических занятиях, не выполняет задачи и поставленные практические задания. Студент показал незнание материала по содержанию дисциплины.	0 баллов

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Пример практической работы

Практическая работа №1. Классификация и устройство лазерных станков

Цель: изучить классификацию и устройство лазерных станков

Ход работы: изучение основных агрегатов и компонентов лазерно-гравировальных станков, панели управления. Дополнительные комплектующие, вытяжки, системы очистки и нагнетания.

Задачи: освоить основные теоретические знания по классификации и устройству лазерных станков.

Резка дерева лазерным станком

Дерево — это один из наиболее экологически чистых и красивых материалов, известных человечеству. С давних времен древесина нашла свое применение в различных видах строительства и производства. Из нее изготавливают множество предметов, используемых нами в быту и для украшения интерьера. Обработка и выжигание дерева раньше производились вручную, процесс этот был очень трудоемким, но весьма увлекательным. В настоящее время резку и гравировку дерева можно производить на лазерном оборудовании.

Использование лазерных станков по дереву позволяет производить различные эффекты и изделия из древесины, в числе которых сувениры, картины в черно-желтых тонах, гравировка изделий из дерева, резка шпона, а также криволинейная резка деревянных заготовок и последующая инкрустация мебели, паркета и других деталей интерьера и мн. др.

Лазерные технологии - высокая точность

Изображения, наносимые при лазерной гравировке, обладают высокой четкостью и фотографическим качеством. Это свойство лазерных гравиров с успехом применяется в рекламной полиграфии, а также фирмами-производителями и дизайнерами различной сувенирной продукции. Лазерные станки позволяют значительно расширить возможности производства. Они станут идеальным приобретением для компаний, желающих освоить новейшие технологии, но не обладающих огромными производственными возможностями. Применение лазерных станков позволяют осуществить следующие виды гравировки: векторную и растровую. Использование векторной гравировки позволяет

произвести надписи, орнаменты, узоры, вензеля и многое другое. Растровая гравировка, в свою очередь, позволяет наносить фотоизображения и картины на древесину, портреты, пейзажи, иконы и др. Помимо гравировки, на лазерном оборудовании можно осуществить, быстро и с высокой точностью, раскрой даже самых сложных криволинейных фигур из древесины.

Лазерный станок по дереву обладает целым рядом достоинств

- Гладкий и ровный контур раскроя,
- Бесконтактная обработка заготовок из дерева,
- Получение эстетичного контрастного темного вида узоров и картин, производимых на древесине лазерным оборудованием,
- Легкость и простота создания деревянных сувениров,
- Наличие минимального радиуса округления углов раскроя (от 0,1 до 0,3 мм),
- Высокая скорость процесса и необходимость минимального количества времени для запуска производства нового деревянного изделия на лазерном станке,
- Высокая производительность процесса лазерной резки,
- Одновременное выполнение резки и нанесения гравировки,
- Наличие новых декоративных свойств лазерной гравировки дерева, которые невозможно достичь при его механической обработке,

Появление новых стандартов производства обработки художественных деревянных изделий.

Классификация лазерных станков.

Современные лазерные машины с ЧПУ успешно справляются с обработкой заготовок из практически любых материалов (дерева, металла, пластика, стекла, кожи, резины, бумаги, полиэтилена, камня и т.д.). Но, несмотря на значительную универсальность, каждая модель (или линейка моделей) имеет свою «специализацию».

Настольные лазерные граверы. Как правило, небольших размеров, не требуют установки в производственном помещении (подойдут для офиса или даже квартиры – если имеется такая потребность). Граверы оснащены хорошей оптической системой, однако её мощность сравнительно невелика. Тем не менее, гравер способен выполнять высококачественную гравировку (нанесение плоских и объёмных изображений на поверхность), а также сквозную резку заготовок небольшой толщины из большинства материалов (за исключением металлов) лишь незначительно уступая в производительности раскроя и резки «старшим» моделям лазерных станков.

Лазерно-гравировальные станки бывают как в настольном исполнении, так и в «напольном», и представлены очень большим разнообразием габаритов рабочих столов – от полуметра до полутора-двух и выше. Станки рассчитаны на установку в специальном помещении и предназначены для напряжённой работы в условиях производства. Каждый станок имеет монолитный корпус, обеспечивающий устойчивость конструкции и эффективно гасящий вибрации, возникающие при работе. Основным назначением таких моделей является лазерная резка и раскрой материалов (в том числе широкоформатных на большой скорости), и высококачественная гравировка поверхностей заготовок. Для повышения производительности и качества обработки, лазерные станки имеют специальные конструктивные решения. Например, параллельную установку двух лазерных трубок – для одновременной обработки двух заготовок, или размещение лазерной трубки на подвижном портале – для исключения потерь мощности луча при его рассеивании «на пути» к излучателю, и т. д.

Компактные лазерные маркеры предназначены для гравировки изображений высокого качества с большой скоростью. Маркеры способны наносить гравировку на объёмные изделия (украшения, брелоки, ручки и пр.), при этом даже мельчайшие детали узора получаются чётко различимыми, а сам рисунок отличается долговечностью. Это достигается благодаря особой (т.н. «двухосной») конструкции оптической системы маркера. Отдельные линзы имеют возможность взаимного перемещения, поэтому

лазерный луч, генерируемый трубкой, формируется в двухмерной плоскости и направляется в любую точку обрабатываемой заготовки под нужным углом. При этом головка излучателя фокусирует луч не плоской линзой, а специальным объективом, поддерживающим стабильность лазера при любых условиях обработки.

Лазерные маркеры имеют сравнительно малую рабочую область, но, как правило, уже в базовой комплектации оснащены встроенным микрокомпьютером со всем необходимым для работы программным обеспечением. Благодаря этому достигается высокая мобильность станка – дополнительные внешние подключения (исключая электропитание) не требуются.

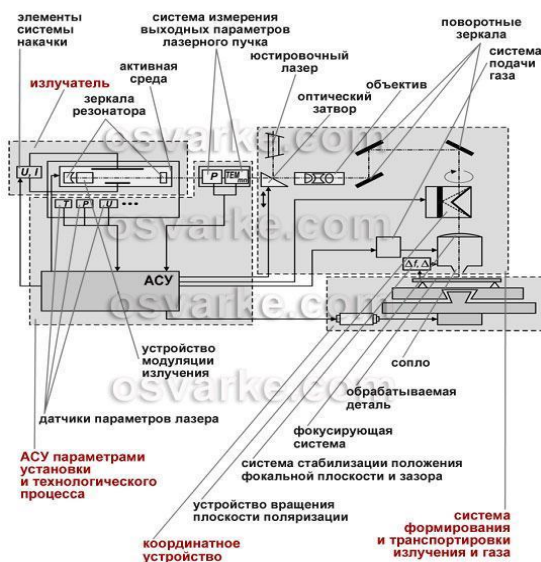


Рис. 1 Принципиальная схема устройства лазерно-гравировальной машины



Рис.2 Трубка лазерно-гравировальной машины, генерирующая CO2.

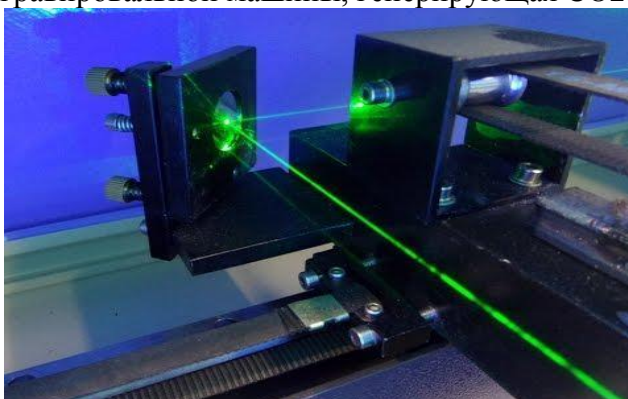


Рис. 3 Проход видимого лазерного пучка по зеркалам лазерно-гравировальной машины

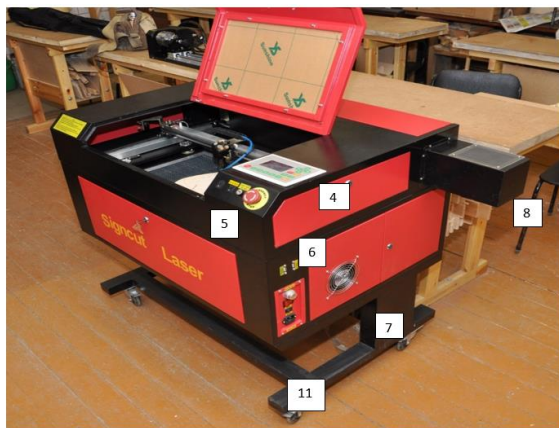


Рис. 4 Устройство лазерно-гравировального станка (а и б)

- 1- защитное стекло (кожух)
- 2- подвижная каретка
- 3- рабочее поле А3 с сотовым столом
- 4- встроенная панель управления
- 5- заготовка
- 6- кнопка экстренного выключения
- 7- система охлаждения микропроцессоров
- 8- смотровое окно лазерной трубки
- 9- зеркала передачи лазерного пучка
- 10- фокусирующая линза на подвижной каретке
- 11- станина

Пример задачи

Дано. На станке с ЧПУ производится обработка по контуру столярного щита, склеенного из древесины сосны, влажностью $W=10\%$ (рис. 1). Толщина щита 20 мм, диаметр фрезы $d=10$ мм, количество зубьев $Z=2$, разность радиусов боковых режущих кромок $D=0,05$ мм, длина консольной части фрезы $l=40$ мм, глубина фрезерования $t=2$ мм, глубина микронеровностей обработанных поверхностей $Ra=100$ мкм.

Определить рациональный режим резания.

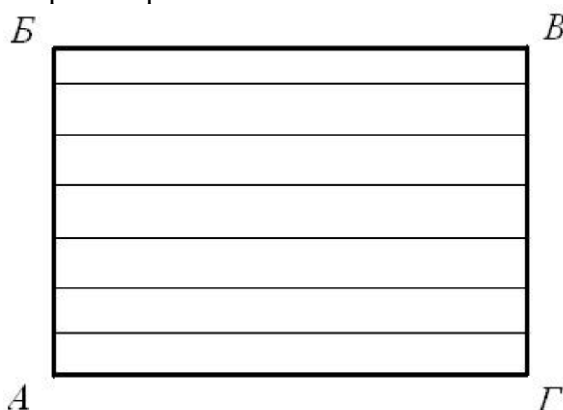


Рис. 1. Столярный щит:

АГ, БВ – продольные кромок; АБ, ВГ – торцовые кромок

Решение. 1. Находим значение подачи на зуб по требованию шероховатости

$$S_z = \sqrt{y(2R - y)} + \sqrt{y(2R - y) - \Delta(2R - \Delta)} = \\ = \sqrt{0,1(2 \cdot 5 - 0,1)} + \sqrt{0,1(2 \cdot 5 - 0,1) - 0,05(2 \cdot 5 - 0,05)} = 1,7 \text{ мм.}$$

2. Определим угол выхода зубьев фрезы из заготовки

$$\varphi_{\text{вблх}} = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{R-t}{R} = \frac{3,14}{2} - \arcsin \frac{5-2}{5} = 0,93 \text{ рад.}$$

3. Находим максимально допустимое среднее значение толщины срезаемого слоя

$$a_{c1} = \frac{S_z}{\varphi_{\text{вблх}}} (1 - \cos \varphi_{\text{вблх}}) = \frac{1,7}{0,93} (1 - \cos 0,93) = 0,735 \text{ мм.}$$

4. Скорость главного движения при частоте вращения фрезы $n = 10000 \text{ мин}^{-1}$:

$$V = \frac{\pi d n}{60000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 10000}{60000} = 5,2 \text{ м/с.}$$

5. Находим угол встречи режущих кромок фрезы с волокнами древесины на середине дуги контакта:

– при обработке продольных кромок заготовки

$$\sin \varphi_e = \sqrt{\frac{t}{d}}.$$

$$\varphi_e = \arcsin \sqrt{\frac{t}{d}} = \arcsin \sqrt{\frac{2}{10}} = 0,46 \text{ рад.} = 26,6^\circ.$$

– при обработке торцовых кромок заготовки

$$\varphi_e = 90^\circ - 26,6^\circ = 63,4^\circ.$$

6. Находим значение фиктивной силы резания:

– для продольных кромок

$$p_{//\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_e = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} 26,6^\circ = 2,75 \text{ Н/мм;}$$

– для торцовых кромок

$$p_{//\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_e = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} 63,4^\circ = 4,38 \text{ Н/мм.}$$

7. Находим касательное давление срезаемого слоя на переднюю поверхность зуба фрезы, МПа:

– для продольных кромок

$$k_{//\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22) \sin^{1,25} \varphi_e,$$

где δ – угол резания, $\delta = 60^\circ$;

V' – условная скорость резания; если $V < 50 \text{ м/с}$, то $V' = 90 - V$,

иначе $V' = V$.

$$k_{//\perp} = 0,196 \cdot 60 + 0,069 \cdot (90 - 5,2) - 5,4 + (0,354 \cdot 60 + 0,127 \cdot (90 - 5,2) - 14,22) \sin^{1,25} 26,6^\circ = 18,73 \text{ МПа.}$$

– для торцовых кромок

$$k_{//\perp} = 0,196 \cdot 60 + 0,069 \cdot (90 - 5,2) - 5,4 + (0,354 \cdot 60 + 0,127 \cdot (90 - 5,2) - 14,22) \sin^{1,25} 63,4^\circ = 27,68 \text{ МПа.}$$

8. Находим допустимое значение средней толщины срезаемого слоя по условию прочности фрезы, мм:

$$a_{c2} = \frac{[\sigma_{-1}] / d^3}{10 a_n a_w b k \frac{Z \sqrt{td}}{\pi d} \sqrt{t^2 + 0,1125 d^2}} - \frac{\alpha_p P}{k},$$

где $[\sigma_{-1}]$ – допускаемое напряжение, $[\sigma_{-1}] = 90 \text{ МПа}$;

α_p – коэффициент затупления режущих кромок фрезы, $\alpha_p = 1,5$.

При обработке продольных кромок

$$a_{c2n} = \frac{90 \cdot 10^3}{10 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 18,73 \frac{2 \sqrt{2 \cdot 10}}{3,14 \cdot 10} \sqrt{4 \cdot 40^2 + 0,45 \cdot 10^2}} - \frac{1,5 \cdot 2,75}{18,73} = 0,83 \text{ мм.}$$

При обработке торцовых кромок

$$a_{c2m} = \frac{90 \cdot 10^3}{10 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 27,68 \frac{2\sqrt{2 \cdot 10}}{3,14 \cdot 10} \sqrt{4 \cdot 40^2 + 0,45 \cdot 10^2}} - \frac{1,5 \cdot 4,38}{27,68} = 0,47 \text{ мм.}$$

9. Анализ результатов расчета:

– по требованию к шероховатости обработанных поверхностей допускается:

– для обработки продольных кромок $\alpha_{c1} = 0,735$ мм;

– для обработки торцовых кромок $\alpha_{c1} = 0,1$ мм;

– по требованию прочности фрезы:

– для обработки продольных кромок $\alpha_{c2} = 0,83$ мм;

– для обработки торцовых кромок $\alpha_{c2} = 0,47$ мм.

Минимальные значения будут удовлетворять выбранным критериям оценки (по шероховатости и прочности фрезы). Принимаем:

– для обработки продольных кромок $\alpha_{c1} = 0,735$ мм;

– для обработки торцовых кромок $\alpha_{c1} = 0,1$ мм.

10. Находим значение подачи на зуб:

– для обработки продольных кромок

$$S_{z1} = \frac{a_{c1} \varphi_{\text{блх}}}{1 - \cos \varphi_{\text{блх}}} = \frac{0,735 \cdot 0,93}{1 - \cos 0,93} = 1,7 \text{ мм;}$$

– для обработки торцовых кромок

$$S_{z1} = \frac{a_{c1} \varphi_{\text{блх}}}{1 - \cos \varphi_{\text{блх}}} = \frac{0,1 \cdot 0,93}{1 - \cos 0,93} = 0,2 \text{ мм.}$$

11. Скорость подачи:

– для обработки продольных кромок

$$V_s = \frac{S_z Z_n}{1000} = \frac{1,7 \cdot 2 \cdot 10000}{1000} = 34 \text{ м/мин;}$$

– для обработки торцовых кромок

$$V_s = \frac{S_z Z_n}{1000} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10000}{1000} = 4 \text{ м/мин.}$$

Примерные темы контрольных работ

1. Устройство лазерно-гравировального станка.
2. Юстирование лазерно-гравировального станка.
3. Подготовка лазерно-гравировального станка к работе.
4. Установка фокусного расстояния.
5. Классификация линз, зеркал и трубок лазерно-гравировального станка.
6. Принцип работы лазерной трубки.
7. Виды и типы излучений.
8. Настройка лазерно-гравировального станка перед запуском.
9. Подготовка и хранение файлов .rd.
10. Порядок обработки изображения для лазерной резки и гравировки.
11. Выполнение резки на лазерно-гравировальном станке.
12. Создание и обработка векторного рисунка для гравировки.
13. Обработка в САМ системе векторного рисунка для гравировки.
14. Выполнение гравировки векторного рисунка на лазерно-гравировальном станке.
15. Создание и обработка растрового рисунка для гравировки.
16. Обработка в САМ системе растрового рисунка для гравировки.
17. Выполнение гравировки растрового рисунка на лазерно-гравировальном станке.
18. Обслуживание и эксплуатация лазерно-гравировальных станков.

Примерные вопросы к зачету с оценкой

1. Понятие декоративная обработка конструкционных материалов.
2. Цели и задачи декоративной обработки конструкционных материалов.
3. Назначение декоративной обработки конструкционных материалов.
4. Основные направления декоративной обработки конструкционных материалов.
5. Традиционные технологии декоративной обработки конструкционных материалов.
6. Современные технологии декоративной обработки конструкционных материалов.
7. Анализ формы и функции изделия, потенциальной возможности декорирования.
8. Применение знания композиции в разработке эскиза декорируемого изделия.
9. Технологии декорирования изделий тел вращения.
10. Технологии декорирования тел с плоскими поверхностями.
11. Технологии декорирования изделий сложной формы.
12. Понятие дизайна и направление использования в компьютерной графики.
13. Обзор видов компьютерной графики.
14. Особенности векторной графики.
15. Трехмерное твердотельное моделирование реальных объектов.
16. Разработка технологических процессов декоративной обработки конструкционных материалов с использованием CAD/CAM-систем.
17. Программный комплекс Mach3.
18. Формирование управляющей программы станков с числовым программным управлением.
19. Материалы, применяемые в декоративной обработке на лазерном станке.
20. Обслуживание и основные принципы станочных работ.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Основными формами текущего контроля являются контрольные работы и практические работы

Требования к практической работе

Суть практической работы в том, чтобы изучить классификацию и устройство лазерных станков и получить умения, которые потребуются для последующих практических заданий и работ.

1. Изучить теоретическую часть практической работы
2. Законспектировать основную информацию практической работы
3. Умение ответить на вопросы по практической работе

Требования к контрольной работе

Студентам предлагается продемонстрировать знания, полученные в процессе освоения дисциплины. На основе полученных теоретических знаний каждый студент обязан выполнить контрольное задание по теме, предоставленной преподавателем.

Оценка качества учебной работы студентов по изучению дисциплины оценивается в баллах, и носит накопительный характер. Баллы суммируются в течение семестра, включают в себя: выполнение задач и заданий на практических занятиях и оценку знаний в ходе зачета с оценкой. Контрольная работа оценивается отдельно.

Требования к зачету с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине проводится в конце семестра, и включает в себя отчет по выполнению всех практических занятий и написания контрольной работы. На зачете с оценкой по дисциплине студент должен ответить на теоретический вопрос и выполнить практическое задание для демонстрации сформированных знаний, умений, навыков и компетенций.

Выбор формы и порядок проведения зачета с оценкой осуществляется кафедрой. Оценка знаний студента в процессе зачета осуществляется исходя из следующих критериев:

- а) умение сформулировать определения понятий, данных в вопросе, с использованием специальной терминологии, показать связи между понятиями;
- б) способность дать развернутый ответ на поставленный вопрос с соблюдением логики изложения материала; проанализировать и сопоставить различные точки зрения на поставленную проблему;
- в) умение аргументировать собственную точку зрения, иллюстрировать высказываемые суждения и умозаключения практическими примерами;
- г) выполнение практического задания.

При оценке студента на зачете с оценкой преподаватель руководствуется следующими критериями:

Шкала оценивания зачета с оценкой

30-25 баллов - плановые практические задания выполнены в полном объеме; приведен полный, исчерпывающе правильный ответ и даны исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и процессов; устный ответ на вопросы констатирует прочное усвоение знаний и умений по темам дисциплины.

24-18 баллов - плановые практические задания выполнены в полном объеме; поставленные задачи решены правильно, однако рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты; устный ответ на вопросы содержит неточности, незначительные погрешности в изложении разделов и тем дисциплины.

17-9 баллов - плановые практические задания выполнены, даны правильные ответы, но в некоторых из них допущены ошибки; устный ответ на вопросы показывает отдельные пробелы в знаниях студента. Студент показывает слабо закрепленные знания.

8-5 баллов - плановые практические задания выполнены не в полном объеме; устный ответ на вопросы содержит грубые ошибки в изложении теории, которые показывают значительные пробелы в знаниях студента; более половины вопросов остались без ответов; знания и умения не соответствуют требованиям программы.

4-0 баллов – не выполнены плановые практические задания, студент объявляет о непонимании материала дисциплины, о полном незнании ответа на поставленные теоретические вопросы, непонимании вопросов.

Распределение баллов по видам работ

Вид работы	Кол-во баллов (максимальное значение)
Контрольная работа	до 35 баллов
Работа на практических занятиях	до 35 баллов
Зачет с оценкой	до 30 баллов

Описание шкалы оценивания по дисциплине

Цифровое выражение	Выражение в баллах БРС	Словесное выражение	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
5	81-100	Отлично (зачтено)	Освоен продвинутый уровень всех составляющих компетенций: ДПК-3
4	61-80	Хорошо (зачтено)	Освоен повышенный уровень всех составляющих компетенций: ДПК-3
3	41-60	Удовлетворительно (зачтено)	Освоен базовый уровень всех составляющих компетенций: ДПК-3
2	до 40	Неудовлетворительно	Не освоен базовый уровень всех

		(не зачтено)	составляющих компетенций: ДПК-3
--	--	--------------	------------------------------------

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Горяинов, Д. С. Разработка технологии изготовления и программирование обработки на станках с ЧПУ и ОЦ : учебное пособие / Д. С. Горяинов, Ю. И. Кургузов, Н. В. Носов. — Самара : Самарский государственный технический университет, 2019. — 105 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111714.html>
2. Колошкина, И. Е. Основы программирования для станков с ЧПУ : учебное пособие для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Юрайт, 2022. — 260 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/495221>
3. Разработка и прототипирование цифровых устройств на языках VHDL и Verilog : учебно-методическое пособие / В. Ф. Барабанов, Н. И. Гребенникова, Д. Н. Донских, С. А. Коваленко. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. — 84 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93285.html>

6.2. Дополнительная литература

1. Баянов, Е. В. Моделирование в системе КОМПАС-3Д. Базовый уровень : учебное пособие. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 88 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866907>
2. Балла, О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ : оборудование; оснастка; технология: учеб.пособие. - 4-е изд. - СПб. : Лань, 2019. - 368с. – Текст: непосредственный
3. Колошкина, И. Е. Автоматизация проектирования технологической документации : учебник и практикум для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 371 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/496617>
4. Компьютерная графика и геометрическое моделирование : учебно-методическое пособие / Е. В. Конопацкий, А. И. Бумага, О. С. Воронова, А. А. Крысько. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2021. — 241 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120025.html>
5. Кудрявцев, Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов : учеб. пособие для вузов. - Москва : АСВ, 2018. - 328 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302564.html>
6. Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика (принципиальные схемы в среде КОМПАС-3D V16) : учебно-методическое пособие / сост. Н. М. Петровская, М. Н. Кузнецова. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 184 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1818974>
7. Огановская, Е. Ю. Робототехника, 3D-моделирование и прототипирование на уроках и во внеурочной деятельности . - Санкт-петербург : КАРО, 2017. - 256 с. - Текст : электронный . - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785992512557.html>
8. Трубочкина, Н. К. Моделирование 3D наносхемотехники. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 526 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001018551.html>

9. Учаев, П. Н. Компьютерная графика в машиностроении : учебник / П. Н. Учаев, К. П. Учаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 272 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833116>

10. Чуваков, А. Б. Основы подготовки технологических операций на обрабатывающих станках с ЧПУ : учебник для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 199 с. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/497043>

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Министерство образования и науки Российской Федерации <http://mon.gov.ru>
2. Министерство образования Московской области <http://mo.mosreg.ru>
3. Российский общеобразовательный портал <http://school.edu.ru>
4. Электронно-библиотечная система <http://znanium.com/>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «Консультант Плюс»

Профессиональные базы данных:

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

[ОМС Плеер \(для воспроизведения Электронных Учебных Модулей\)](#)

[7-zip](#)

[Google Chrome](#)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа

к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.