

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декаан ФМАТ

В.И. Рязских /

« 21 » 02 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Программирование станочных операций»**

**Направление подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств**

**Профиль Металлообрабатывающие станки и комплексы**

**Квалификация выпускника Бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года / 4 г. и 11 м.**

**Форма обучения Очная / Заочная**

**Год начала подготовки 2023 г.**

Автор программы  / М.В. Кондратьев /

И. о. заведующего кафедрой  
автоматизированного оборудования  
машиностроительного производства  / М.Н. Краснова /

Руководитель ОПОП  / М.Н. Краснова /

Воронеж 2023

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цели дисциплины

Получение знаний по программированию станочных операций автоматизированного оборудования, о современных системах ЧПУ и способах программирования станков с ЧПУ.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины

Знать и изучить материалы о поколениях систем ЧПУ, их структуре, методах программирования автоматизированного оборудования.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Программирование станочных операций» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока, Б.1 учебного плана.

# 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Программирование станочных операций» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Способен разрабатывать управляющие программы для обработки сложных деталей на станках с ЧПУ с использованием систем автоматизированного проектирования, исходя из анализа основных технологических возможностей станков, с учетом определения последовательности обработки и схемы установки.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать основные поколения систем ЧПУ, их структуру, назначение отдельных блоков, их взаимосвязь; принципы работы систем ЧПУ, основные возможности программирования, языки программирования
	уметь составлять управляющие программы для токарной и фрезерной обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ
	владеть навыками проектирования управляющих программ для обработки типовых поверхностей деталей заданного качества

# 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Программирование станочных операций» составляет 7 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

**Очная форма обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		7	8		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	102	54	48		
В том числе:					
Лекции	42	18	24		
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-		
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	60 <b>10</b>	36 <b>нет</b>	24 <b>10</b>		
<b>Самостоятельная работа</b>	123	90	33		
Курсовая работа (есть, нет)	есть	нет	есть		
Контрольная работа (есть, нет)	нет	нет	нет		
Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой, экзамен	+; 27	+	27		
Общая трудоемкость час зач. ед.	252	144	108		
	7	4	3		

**Заочная форма обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		9	10		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	8	8		
В том числе:					
Лекции	6	2	4		
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-		
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	10 <b>4</b>	6 <b>2</b>	4 <b>2</b>		
<b>Самостоятельная работа</b>	223	60	163		
Курсовая работа (есть, нет)	есть	нет	есть		
Контрольная работа (есть, нет)	нет	нет	нет		
Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой, экзамен	13	4	9		
Общая трудоемкость час зач. ед.	252	72	180		
	7	2	5		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	История развития автоматизированных систем управления станками	Возникновение и развитие автоматизированных систем управления станочным оборудованием. Виды и возможности, преимущества и недостатки. Одно, двух и двух с половиной координатные системы управления: назначения, основные применения.	2	-	-	8	10
2	Современные типы систем ЧПУ	Основные понятия систем ЧПУ (CNC, PLC, Motion, Control, PAC). Типы систем ЧПУ: NC, CNC, DNC. Достоинства и недостатки систем ЧПУ. Поколения систем ЧПУ. Однокомпьютерные и двухкомпьютерные системы ЧПУ. Анализ применимости современных систем автоматизированного управления.	2	-	-	6	8
3	Компоненты систем ЧПУ	Состав и назначение компонентов систем ЧПУ. Возможности систем ЧПУ и перспективы их расширения.	2	-	4	6	12
4	Структура кадра	Состав и структура кадра. Кадры, блоки и программы. Циклы внутренние и внешние. Порядок расположения команд в кадре и блоке. Преобразования числовой информации в перемещение управляемого объекта.	2	-	6	16	24
5	G-коды	Команды и параметры G-кодов, их назначение и совместное использование в программировании. Примеры использования при написании управляющих программ.	2	-	6	18	26
6	Программирование токарной обработки	Особенности составления управляющих программ для токарной обработки. Пример управляющей программы токарной обработки детали типа «тело вращения». Составление управляющих программ для токарной обработки в G-кодах.	4	-	10	18	32
7	Программирование токарной обра-	Виды и возможности автоматизации программирования токарной обработки с использованием авто-	4	-	10	18	32

	ботки с помощью автоматизированных программ	матизированных программ. Выбор систем автоматизированного проектирования и изучение возможностей составления управляющих программ токарной обработки.					
8	Проектирование УП обработки тел вращения.	<b>Практическая подготовка обучающихся.</b> Для заданной детали типа тело вращения написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	-	-	4 <b>4</b>	-	4
9	Программирование фрезерной обработки	Особенности составления управляющих программ для фрезерной обработки. Пример управляющей программы фрезерной обработки элементарных поверхностей. Составление управляющих программ для фрезерной обработки в G-кодах.	8	-	4	11	23
10	Программирование фрезерной обработки с помощью автоматизированных программ	Виды и возможности автоматизации программирования фрезерной обработки с использованием автоматизированных программ. Выбор систем автоматизированного проектирования и изучение возможностей составления управляющих программ токарной обработки.	8	-	8	11	27
11	Программирование токарно-фрезерной обработки с помощью автоматизированных программ.	Виды и возможности автоматизации программирования токарно-фрезерной обработки с использованием автоматизированных программ. Выбор систем автоматизированного проектирования и изучение возможностей составления управляющих программ токарно-фрезерной обработки.	8	-	2	11	21
12	Проектирование УП обработки призматических деталей.	<b>Практическая подготовка обучающихся.</b> Для заданной детали написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	-	-	6 <b>6</b>	-	6
		Итого, 7 семестр	18	-	36	90	144
		Итого, 8 семестр	24	-	24 <b>10</b>	33	81
		Экзамен	-	-	-	-	27
		<b>Всего</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>123</b>	<b>252</b>

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических

навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Для заданной детали типа тело вращения написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	ПК-1
2	Для заданной призматической детали написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	ПК-1

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	История развития автоматизированных систем управления станками	Возникновение и развитие автоматизированных систем управления станочным оборудованием. Виды и возможности, преимущества и недостатки. Одно, двух и двух с половиной координатные системы управления: назначения, основные применения.	-	-	-	10	10
2	Современные типы систем ЧПУ	Основные понятия систем ЧПУ (CNC, PLC, Motion, Control, PAC). Типы систем ЧПУ: NC, CNC, DNC. Достоинства и недостатки систем ЧПУ. Поколения систем ЧПУ. Однокомпьютерные и двухкомпьютерные системы ЧПУ. Анализ применимости современных систем автоматизированного управления.	-	-	-	10	10
3	Компоненты систем ЧПУ	Состав и назначение компонентов систем ЧПУ. Возможности систем ЧПУ и перспективы их расширения.	-	-	-	10	10
4	Структура кадра	Состав и структура кадра. Кадры, блоки и программы. Циклы внутренние и внешние. Порядок расположения команд в кадре и блоке. Преобразования числовой информации в перемещение управляемого объекта.	0,5	-	0,5	5	6
5	G-коды	Команды и параметры G-кодов, их назначение и совместное использование в программировании. Примеры использования при написании управляющих программ.	0,5		0,5	10	11
6	Программирование токарной обработки	Особенности составления управляющих программ для токарной обработки. Пример управляющей программы токарной обработки детали типа «тело вращения». Составление управляющих про-	0,5	-	1	5	6,5

		грамм для токарной обработки в G-кодах.					
7	Программирование токарной обработки с помощью автоматизированных программ	Виды и возможности автоматизации программирования токарной обработки с использованием автоматизированных программ. Выбор систем автоматизированного проектирования и изучение возможностей составления управляющих программ токарной обработки.	0,5	-	2	5	9,5
8	Проектирование УП обработки тел вращения.	<b>Практическая подготовка обучающихся.</b> Для заданной детали типа тело вращения написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	-	-	<u>2</u>	5	7
<u>9</u>	Программирование фрезерной обработки	Особенности составления управляющих программ для фрезерной обработки. Пример управляющей программы фрезерной обработки элементарных поверхностей. Составление управляющих программ для фрезерной обработки в G-кодах.	2	-	0,5	47	49,5
10	Программирование фрезерной обработки с помощью автоматизированных программ	Виды и возможности автоматизации программирования фрезерной обработки с использованием автоматизированных программ. Выбор систем автоматизированного проектирования и изучение возможностей составления управляющих программ токарной обработки.	1	-	0,5	47	48,5
11	Программирование токарно-фрезерной обработки с помощью автоматизированных программ.	Виды и возможности автоматизации программирования токарно-фрезерной обработки с использованием автоматизированных программ. Выбор систем автоматизированного проектирования и изучение возможностей составления управляющих программ токарно-фрезерной обработки.	1	-	1	37	39
12	Проектирование УП обработки призматических деталей.	<b>Практическая подготовка обучающихся.</b> Для заданной детали написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	-	-	<u>2</u>	32	34
		Итого, 9 семестр	2	-	<u>6</u>	60	68
		Итого, 10 семестр	4	-	<u>4</u>	163	171
		Зачет с ценкой, Экзамен	-	-	-	-	13
		<b>Всего</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>223</b>	<b>252</b>

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Для заданной детали типа «тело вращения» написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	ПК-1
2	Для заданной призматической детали написать УП и проверить ее на стойке ЧПУ.	ПК-1

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Составление УП токарной обработки.
2. Верификация и оптимизация УП для токарной обработки.
3. Создание управляющей программы токарной обработки в среде «ShopTurn».
4. Программирование токарной обработки сложного контура.
5. Привязка системы координат, инструмента и станка.
6. Создание управляющей программы фрезерной обработки в среде «Siemens NX».
7. Программирование фрезерной обработки сложного контура.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 8 семестре для очной формы обучения и в 10 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Программирование станочных операций».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- создание твердотельной 3Д-модели заданной детали;
- построение 3Д-модели заготовки и получение технологической сборки;
- проектирование управляющей программы обработки заданной детали согласно разработанному технологическому маршруту обработки;
- постпроцессирование и вывод в G-коды созданной управляющей программы.

Курсовая работа состоит из графической части и расчетно-пояснительной записки.

Учебным планом по дисциплине **не предусмотрено** выполнение контрольной работы (контрольных работ) в 7 и 8 семестре для очной формы обучения и в 9 и 10 семестре для заочной формы обучения.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-1	<b>знать</b> основные поколения систем ЧПУ, их структуру, назначение отдельных блоков, их взаимосвязь; принципы работы систем ЧПУ, основные возможности программирования, языки программирования	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в сроки, предусмотренные в рабочей программе	Невыполнение работ в сроки, предусмотренные в рабочей программе
	<b>уметь</b> составлять управляющие программы для токарной и фрезерной обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ	Решение стандартных практических задач, практической работы, написание курсовой работы	Выполнение работ в сроки, предусмотренные в рабочей программе	Невыполнение работ в сроки, предусмотренные в рабочей программе
	<b>владеть</b> навыками проектирования управляющих программ для обработки типовых поверхностей деталей заданного качества	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в сроки, предусмотренные в рабочей программе	Невыполнение работ в сроки, предусмотренные в рабочей программе

#### **7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний**

Результаты промежуточного контроля знаний для очной формы обучения оцениваются в 7 и 8 семестре и для заочной формы обучения оцениваются в 9 и 10 семестре по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знать основные поколения систем ЧПУ, их структуру, назначение отдельных блоков, их взаимосвязь; принципы работы систем ЧПУ, основные возможности программирования, языки программирования	Задание на зачет с оценкой (вопросы)	Задание выполнено на 90-100%	Задание выполнено на 80-90%	Задание выполнено на 70-80%	Задание выполнено, менее чем на 70%
		Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь составлять управляющие программы для токарной и фрезерной обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ	Задание на зачет с оценкой (стандартные задачи)	Задание выполнено на 90-100%	Задание выполнено на 80-90%	Задание выполнено на 70-80%	Задание выполнено, менее чем на 70%
		Тест, выполнение практической работы	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть навыками проектирования управляющих программ для обработки типовых поверхностей деталей заданного качества	Задание на зачет с оценкой, (прикладные задачи в предметной области)	Задание выполнено на 90-100%	Задание выполнено на 80-90%	Задание выполнено на 70-80%	Задание выполнено, менее чем на 70%
		Тест, защита курсовой работы	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что является источником информации при адаптивном управлении процессом резания?

А. Является технология обработки.

- Б. Служит сигнал от датчика силы резания.
  - В. Являются датчики и первичные преобразователи выходных параметров.
  - Г. Являются режимы резания.
2. Что является объектом управления в автоматизации?
- А. Комплекс - рабочий процесс и применяемое оборудование.
  - Б. Технологический процесс.
  - В. Технологическое оборудование.
  - Г. Производственный бизнес.
  - Д. Производственный процесс.
3. В чем главное преимущество системы ЧПУ?
- А. Способность к быстрой переналадке, гибкости.
  - Б. Возможность выполнения сложных процессов механической обработки в автоматическом режиме.
  - В. Высокая точность обработки.
  - Г. Возможность обработки деталей без отклонений от технологии.
4. Какая система управления может быть отнесена к классу адаптивных систем?
- А. Система, в которой есть информативный и управляемый параметры.
  - Б. Система, которая в режиме реального времени воспринимает внешние возмущения и вырабатывает управляющие воздействия, направленные на устранение отклонения выходного параметра.
  - В. Система, которая реагирует на внешние возмущения изменением режимов управления.
  - Г. Система, которая работает в режиме слежения и самообучения.
5. Что такое структура системы управления?
- А. Условное графическое изображение составных частей системы управления.
  - Б. Изображение составных элементов системы и связей между ними.
  - В. Условное графическое изображение системы управления.
  - Г. Состав системы и связи между составными элементами, обеспечивающими достижение цели управления.
6. Как осуществляется числовое программное управление?
- А. По программе, в которой информация записана в цифровом коде.
  - Б. По программе, записанной в алфавитном? цифровом коде, при котором информация поступает в устройство ЧПУ в виде электрических импульсов, определяющих включение исполнительных механизмов станка?
  - В. По программе, в которой информация записана в алфавитном? цифровом коде?
  - Г. По программе, в которой информация записана в алфавитном? цифровом коде, преобразуется в электрические импульсы?
7. Что означает: Управление в режиме реального времени?
- А. Управление без запаздывания.

- Б. Управление с реакцией на возмущения в течение десятых, сотых долей секунды.
  - В. Управление в режиме технологического процесса.
  - Г. Управление с допустимым запаздыванием.
8. Какое управление называется позиционным?
- А. Управление при движении вдоль одной из координатных осей.
  - Б. Управление на определенном отрезке траектории.
  - В. Прерывистое управление.
  - Г. Управление, характерное для определенного класса систем, отличительным признаком которого, является прерывистое управление.
9. Как обеспечить управление в режиме реального времени?
- А. Установить соответствие чувствительности и устойчивости системы управления.
  - Б. Повысить быстродействие исполнительных устройств.
  - В. Повысить скорость обработки информации.
  - Г. Применить датчики более высокой чувствительности.
10. Какие параметры определяют состояние системы? станка? процесса резания?
- А. Температура, напряжение, скорость изменения температуры и напряжений.
  - Б. Жесткость детали, жесткость инструмента, сила резания.
  - В. Толщина снимаемого слоя, углы заточки резца, мощность резания.
  - Г. Скорость резания, подача.
11. Какой режим управления можно считать устойчивым?
- А. Устойчивый - это режим управления, который после внешнего возмущения в переходном процессе способен возвращать объект управления в исходное состояние или переводить его в новое.
  - Б. Устойчивый - это режим управления, при котором выходной параметр не выходит за ранее установленные пределы.
  - В. В режиме устойчивого управления система не реагирует на внешние возмущения.
  - Г. В режиме устойчивого управления выходной параметр системы сохраняет постоянное значение.
12. Что такое моделирование?
- А. Это процесс поиска или разработки математической модели объекта управления.
  - Б. Это процесс исследования, изучения объекта управления не на самом объекте, а на его физической, математической или другой модели.
  - В. Это работа в компьютерной среде MatLab.
  - Г. Это замена реального объекта управления его виртуальной моделью.
13. Что такое переходный процесс системы?
- А. Реакция системы на внешнее возмущение.

- Б. Разгон системы или её торможение.
  - В. Переход системы из одного состояния в другое.
  - Г. Изменение выходного параметра системы по тому или иному знаку.
14. В чем состоит недостаток систем ЧПУ?
- А. Возможность параллельной многоинструментальной обработки исключена.
  - Б. Не автоматизированы вспомогательные операции.
  - В. Высокая трудоемкость разработки управляющих программ.
  - Г. В формате кадра программы не предусмотрена обратная связь.
15. В чем состоит назначение спутника?
- А. Спутник - это деталь, обработанная с высокой точностью, служит для фиксации обрабатываемой детали в координатной системе станка с ЧПУ.
  - Б. Спутник - это плита, представляющая собой приспособление, служит для точной фиксации детали в координатной системе станка с ЧПУ.
  - В. Спутник - это технологическое приспособление для базирования детали при обработке на станке с ЧПУ в координатный угол.
  - Г. Спутник - это плита, на которой базируется деталь при обработке на станке с ЧПУ.
16. Что такое управляющая программа для станка с ЧПУ?
- А. Это записанная в алфавитном? цифровом коде информация о последовательности включений исполнительных органов станка?
  - Б. Это последовательность команд по управлению станком, представленная в алфавитном? цифровом коде?
  - В. Это информация о работе станка, записанная в виде следующих друг за другом кадров, на каждом из которых запись информации имеет один и тот же формат.
  - Г. Это последовательность включений и выключений исполнительных органов станка.
17. В чем преимущество систем ЧПУ со встроенным компьютером?
- А. Возможность использования сетевых технологий.
  - Б. Возможность разработки более сложных программ.
  - В. Возможность создания свободно программируемых систем числового управления.
  - Г. Возможность моделирования процессов обработки с учетом динамики и паспортных данных станка.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Запуск станка и стойки системы ЧПУ Sinumeric 828
2. Проверка рабочего давления в пневмосистеме и его корректировка
3. Закрепление режущего инструмента в цанговых оправках
4. Загрузка инструментального магазина фрезерного станка с ЧПУ

5. Установка токарного инструмента в револьверную головку токарного станка с ЧПУ
6. Проверка и корректировка закрепления режущего инструмента
7. Установка приспособления типа «тиски» на стол фрезерного станка
8. Проверка и корректировка положения установки тисков
9. Установка токарного патрона на шпиндель станка
10. Смена кулачков в токарном патроне
11. Закрепление заготовки в тисках
12. Выверка и корректировка положения заготовки в тисках
13. Закрепление заготовки в токарном патроне
14. Выверка и корректировка положения заготовки в токарном патроне
15. Вывод рабочих органов фрезерного станка в референтные точки
16. Вывод рабочих органов токарного станка в референтные точки
17. Запуск шпинделя фрезерного станка со стойкой системы ЧПУ Sinumeric 828
18. Запуск шпинделя токарного станка со стойкой системы ЧПУ Sinumeric 828
19. Внесение типа и параметров режущего инструмента в меню OFFSET

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Осуществление продольной подачи в режиме JOG на токарном станке с различной дискретностью
2. Осуществление поперечной подачи в режиме JOG на токарном станке с различной дискретностью
3. Осуществление продольной подачи в режиме JOG на фрезерном станке с различной дискретностью
4. Осуществление поперечной подачи в режиме JOG на фрезерном станке с различной дискретностью
5. Осуществление вертикальной подачи в режиме JOG на фрезерном станке с различной дискретностью
6. Управление сменой инструмента в режиме JOG на токарном станке
7. Управление сменой инструмента в режиме JOG на фрезерном станке
8. Управление зажимом и разжимом установочного пневматического приспособления на станке с ЧПУ
9. Задание начала системы координат на токарном станке
10. Задание начала системы координат на фрезерном станке
11. Настройка системы координат методом «по стружке»
12. Настройка системы координат методом «по бумажке»
13. Настройка системы координат с помощью концевых мер длины
14. Настройка системы координат с помощью контактных датчиков
15. Измерение заготовки на токарном станке
16. Измерение заготовки на фрезерном станке
17. Измерение вылетов режущего инструмента на токарном станке
18. Измерение вылетов режущего инструмента на фрезерном станке

19. Запуск проверки измерений в режиме MDI
20. Копирование и запуск управляющей программы обработки детали
21. Верификация и корректировка управляющей программы в процессе работы

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой**

1. Чем станок с ЧПУ отличается от универсальных, полуавтоматических, автоматических и агрегатных станков? Преимущества станков с ЧПУ.
2. Команда G33, G331
3. Декартова и полярная системы координат, применение на станках с ПУ.
4. Отличия между программированием в абсолютных и относительных координатах.
5. Что такое кадр управляющей программы, его структура?
6. Для чего нужны номера кадров? Слово кадра, адрес, значение.
7. Структура управляющей программы.
8. Команды G0 и G1, их применение.
9. Команды G22 и G23, их применение.
10. Команды G02 и G03, их применение.
11. Применение функции автоматической коррекции на радиус инструмента.
12. Команды M03, M4, M5 и S1200, назначение.
13. Технология выполнения наладки токарных станков с ПУ.
14. Конструктивные особенности станков с ПУ, компоновка станков, требования к станкам, системы координат станков.
15. Команды G41, G42, G43, G40, их применение.
16. Определить назначение адресов слов: N, G, X, Y, Z, R, F, S, H, D, T, M.
17. Стандартные циклы обработки.
18. Виды нулевых точек.
19. Способы смещения нулевых точек. Назначение смещения нуля.
20. Алгоритм создания управляющей программы.
21. Назначение нуля программы и реферирования.
22. Техническое обслуживание станков с ПУ при эксплуатации.
23. Технологический процесс. Структура и содержание.
24. Настройка режущего инструмента вне станка.
25. Режущий инструмент для станков с ЧПУ, особенности и применение.
26. Маркировка твердосплавных пластин и державок.
27. Режимы работы станка. Клавиши управления станком на пульте управления.
28. Рабочие плоскости станков с ЧПУ.
29. Скорость резания, подача. Программирование постоянной скорости.

### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Классификация металлорежущих станков.
2. Техничко-экономические показатели и критерии работоспособности станков.
3. Формообразование на станках.
4. Методы формообразования производящих линий.
5. Классификация движений в станках.
6. Кинематическая группа. Кинематическая структура станков (основные элементы).
7. Токарные станки и их технологическая разновидность.
8. Особенности конструкции и кинематики станков токарной группы.
9. Токарные автоматы и полуавтоматы (фасонно-отрезные, продольного точения). Принцип работы.
10. Токарные автоматы и полуавтоматы (револьверные, многошпиндельные). Принцип работы.
11. Токарные станки с ЧПУ. Особенности конструкции и кинематики.
12. Технологические разновидности станков для абразивной обработки тел вращения.
13. Кинематическая структура кругло- внутри- бесцентрово- шлифовальных станков.
14. Кругло- внутри- бесцентрово- шлифовальные станки. Принцип работы.
15. Плоскошлифовальные станки. Принцип работы.
16. Шлифовальные станки с ЧПУ. Особенности конструкции и кинематики.
17. Станки фрезерной группы и их технологические разновидности.
18. Компоновка станков фрезерной группы.
19. Кинематическая структура фрезерных станков.
20. Фрезерные станки с ЧПУ. Особенности конструкции и кинематики.
21. Сверлильные станки. Технологическое назначение
22. Компоновка сверлильных станков.
23. Расточные станки. Технологическое назначение
24. Компоновка расточных станков.
25. Отличие станков сверлильно-расточной группы с ЧПУ.
26. Протяжные станки.
27. Многоцелевые станки. Их технологические разновидности. Классификация. Основные механизмы.
28. Системы координат станка с ЧПУ, приспособления, заготовки, детали, инструмента.
29. Функциональная структура систем ЧПУ.
30. Интерполяция.
31. Разновидности систем ЧПУ.

32. Кодирование геометрической информации (подготовительных функций, постоянных циклов, вспомогательных функций).
33. Кодирование технологической информации.
34. Механизмы автоматической смены инструментов. АСИ многопозиционных станков. Револьверные головки токарных станков с ЧПУ.
35. Способы крепления заготовок в рабочей зоне станков различных групп.
36. Станки для электрохимической и электрофизической обработки.
37. Агрегатные станки
38. Управляющие программы для станков токарной группы.
39. Управляющие программы для станков сверлильно-расточной группы.
40. Управляющие программы для станков фрезерной группы.
41. Графоаналитический метод расчета привода.
42. Расчет привода со ступенчатым регулированием.
43. Расчет привода с бесступенчатым регулированием.
44. Расчет привода с многоскоростным двигателем.
45. Сложенные структуры приводов.
46. Приводы подач. Требования к приводу подач.
47. Типы коробок подач.
48. Электромеханические приводы с бесступенчатым регулированием.
49. Приводы подач станков с ЧПУ.
50. Шпиндельные узлы. Основные требования, конструкция шпиндельного узла.

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Промежуточной аттестацией предусмотрены следующие формы контроля – **зачет с оценкой и экзамен.**

К промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой допускаются обучающиеся, получившие оценку «зачтено» по каждой выполненной лабораторной работе.

Зачет с оценкой проводится путем организации опроса в устной или письменной форме с использованием САПР. Фонд оценочных средств разработан в форме Заданий, в каждое из которых входит вопрос по теоретической части дисциплины и вопрос по темам выполненных лабораторных работ. Правильные ответы на вопросы задания оцениваются по 3 балла. Наибольшее количество набранных баллов – 6.

По результатам промежуточной аттестации ставятся оценки.

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если обучающимся набрано менее 3 баллов.
2. Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающимся набрано от 3 до 4 баллов.

3. Оценка «Хорошо», ставится, если обучающимся набрано от 4 до 5 баллов.
4. Оценка «Отлично», ставится, если обучающимся набрано от 5 до 6 баллов.

Выполнение и защита лабораторных работ и курсовой работы с положительной оценкой создают условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации в форме экзамена.

По результатам защиты курсовой работы ставятся оценки:

- «отлично»,
- «хорошо»,
- «удовлетворительно»,
- «неудовлетворительно».

Фонд оценочных средств экзамена состоит из тестов, в каждом из которых 5 тестовых заданий, стандартная и прикладная задачи. Правильные ответы на вопросы тестовых заданий оцениваются по 2 балла каждый, правильно решенная стандартная или прикладная задачи оцениваются по 10 баллов каждая. Максимальное количество набранных баллов – 30.

По результатам экзамена обучающимся ставятся оценки:

5. Оценка «неудовлетворительно» ставится в том случае, если набрано менее 16 баллов.
6. Оценка «удовлетворительно» ставится в том случае, если набрано от 16 до 20 баллов.
7. Оценка «Хорошо» ставится в том случае, если набрано от 21 до 25 баллов.
8. Оценка «Отлично» ставится в том случае, если набрано от 26 до 30 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	История развития автоматизированных систем управления станками	ПК-1	Задание, зачет с оценкой устный опрос
2	Современные типы систем ЧПУ	ПК-1	Задание, устный опрос; зачет с оценкой
3	Компоненты систем ЧПУ	ПК-1	Задание, устный опрос; зачет с оценкой
4	Структура кадра	ПК-1	Задание, устный опрос; зачет с оценкой
5	G-коды	ПК-1	Задание, устный опрос; зачет с оценкой
6	Программирование токарной обработки	ПК-1	Задание, устный опрос; зачет с оценкой
			Тест, экзамен, устный опрос, курсовая работа, защита

7	Программирование токарной обработки с помощью автоматизированных программ	ПК-1	Задание, устный опрос; зачет с оценкой
			Тест, экзамен, устный опрос, курсовая работа, защита
8	Проектирование УП обработки тел вращения.	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, курсовая работа, защита
9	Программирование фрезерной обработки	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, курсовая работа, защита
10	Программирование фрезерной обработки с помощью автоматизированных программ	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, курсовая работа, защита
11	Программирование токарно-фрезерной обработки с помощью автоматизированных программ.	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, курсовая работа, защита
12	Проектирование УП обработки призматических деталей.	ПК-1	Тест, экзамен, устный опрос, курсовая работа, защита

### **7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Проверка знаний на лабораторных занятиях, которая проводится в форме фронтального устного опроса и в САПР, фиксируется преподавателем и доводится до сведения каждого обучающегося. Проверка правильности выполнения лабораторной работы, итогом которой является оценка «зачтено» или «не зачтено», характеризует практическую освоенность материала по теме лабораторной работы.

Зачет с оценкой проводится путем организации устного и письменного опроса обучающихся с выполнением определенных заданий и чертежей на компьютере и на бумажном носителе. Время подготовки к сдаче зачета с оценкой длится в течение 60 минут.

Тестирование осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тестовых заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем преподавателем осуществляется проверка теста, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартной задачи осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем преподавателем осуществляется проверка ее решения и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладной задачи осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач

на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем преподавателем осуществляется проверка ее решения и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе заданием на ее выполнение. Примерное время защиты на одного обучающегося составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Берлинер, Э.М. САПР в машиностроении [Текст]: учебник / Э.М. Берлинер. – М.: Форум, 2014. – 448 с. – (Допущено УМО).

2. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник / А. Г. Схиртладзе. – Саратов: Вузовское образование, 2015. – 459 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/37830>

3. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов: учебник для высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 272 с.; 267 с.

4. Звонцов, И.Ф. [и др.]. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ [Электронный ресурс]: учебник / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебринецкий. – Электрон. текстовые, граф. дан. – СПб.: Изд-во Лань, 2017. – 588 с. – ISBN 978-5-8114-2123-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/89924>. – (Допущено УМО).

5. Методические рекомендации по выполнению курсовых проектов (работ) по программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина. – Воронеж: изд-во ВГТУ, 2020. – 10 с. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>. – Файл: [MP по проектированию.pdf](#).

6. Организация самостоятельной работы обучающихся: методические указания для студентов, осваивающих основные образовательные программы высшего образования – бакалавриата, специалитета, магистратуры: методические указания / сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина, В.Р. Демидов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2020. – 14 с. – Файл: OCP.PDF. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современ-**

## **ных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

### **Лицензионное программное обеспечение**

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

LibreOffice

WinDjView

NX Academic Perpetual License

### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

### **Информационные справочные системы**

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных**

*Ресурс машиностроения*

Адрес ресурса: <http://www.i-mash.ru/>

*Машиностроение: сетевой электронный журнал*

Адрес ресурса: <http://indust-engineering.ru/archives-rus.html>

*Библиотека Машиностроителя*

Адрес ресурса: <https://lib-bkm.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Лекционные занятия и лабораторные работы проводятся в корпусе № 1, ауд. 01.1/1, 01.10/1, 01.4,5/1, 01.6/1, в которых находятся:

- современное станочное оборудование;
- интерактивная доска 78" ActivBoard 178, ПО ActivInspire; проектор; мультимедиа-проектор Sony VPL-SX125, ноутбук;
- компьютеры и материалы для визуализации механической обработки, видеоролики и видеоматериалы по материалам дисциплины.

Наглядные пособия, плакаты.

Оборудование и программное обеспечение ОАО Корпорации НПО «РИФ» используется для визуализации механической обработки:

- обрабатывающие центры токарной и фрезерной группы;
- программируемые системы станков.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Программирование станочных операций» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия, включая практическую подготовку, связанную с будущей профессиональной деятельностью, и выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия направлены на изучение основных типов систем ЧПУ, их архитектуры и приобретение практических навыков и умений программирования станочных операций для станков с ЧПУ токарной, фрезерной и сверлильной групп.

При выполнении курсовой работы студент получает навыки выбора системы ЧПУ для обеспечения обработки заданной детали, создания обрабатываемой геометрии детали и назначения последовательности выполнения технологических операций, переходов, расчета и создания программы для обработки заготовок детали на станке с ЧПУ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в методических материалах. Поэтапное выполнение курсовой работы проводится своевременно и в установленные сроки.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов над освоением теоретического материала, при подготовке к лабораторным занятиям и выполнении курсовой работы, промежуточной аттестации по дисциплине. Информацию о планируемой самостоятельной работе над тем или иным материалом студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения дисциплины проводится при выполнении и защите курсовой работы, ее положительной оценкой.

Освоение дисциплины оценивается на зачете с оценкой и экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	<p>Написание конспекта лекций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, обобщения, графики и схемы, выводы;</li> <li>- выделять важные мысли, ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторной работе.</li> </ul>
Лабораторные занятия	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.</p> <p>При выполнении лабораторных работ применяется метод решения творческой задачи группой студентов, который предлагает ее членам коллективную работу и обсуждение проблем, затем оценку и</p>

	выбор нужного варианта принятия решения.
Курсовая работа	Перед выполнением курсовой работы обучающийся должен: ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению, повторить изученный теоретический материал и рекомендованную литературу; уяснить цели и задачи задания; подготовиться и познакомиться с нормативной литературой, собрать из всех источников необходимые материалы, выбрать основные формулы и методики; составить план работы и правильно организовать ее. Для этого целесообразно познакомиться с объяснениями, данными преподавателем к основным типовым и нестандартным заданиям, обратить внимание на наиболее частые заблуждения, разобрать самостоятельно проблемные вопросы, найти ответы и выполнить заданную курсовую работу.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	На всех этапах промежуточной аттестации по дисциплине необходимо ориентироваться на конспекты лекций, основную и рекомендуемую литературу, выполненные лабораторные работы и курсовую работу. <p>Работа обучающегося при подготовке к текущей и промежуточной аттестации должна включать: изучение учебных вопросов; распределение времени на подготовку; консультирование у преподавателя по трудно усвояемым вопросам; рассмотрение наиболее сложных из них в дополнительной литературе, или других информационных источниках, предложенных преподавателем.</p>

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			