

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
естественнонаучных и
общеобразовательных дисциплин



С.Е. Зюзин
01.09.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.08 Системы управления и программирование оборудования с ЧПУ

1. Код и наименование направления подготовки:

15.03.01 Машиностроение

2. Профиль подготовки:

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная, заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: естественнонаучных и
общеобразовательных дисциплин

6. Составитель программы: П.В. Дубровин кандидат технических наук, доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим советом Филиала от 22.06.2021, протокол №
8

8. Учебный год: ОФО – 2024-2025

Семестр: 7

ЗФО – 2025-2026

Семестр: 9

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний, необходимых при проектировании управляющих программ (УП) обработки деталей машиностроительного производства на станках с числовым программным управлением (ЧПУ).

Задачи дисциплины:

- усвоение методологической концепции управления и программирования станков с ЧПУ на основе информации об основных системах автоматического управления, программном обеспечении и принципах программирования станочных систем автоматизированного производства;
- ознакомление с особенностями обработки деталей машиностроительного производства на станках с ЧПУ различных групп;
- освоение стандартного кодирования управляющей информации и основ проектирования УП для станков с ЧПУ;
- изучение методов проектирования УП, в том числе, с применением САМ систем, для станков с ЧПУ токарной и сверлильно-фрезерно-расточной групп, а также получение навыков по их использованию.

10. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина Системы управления и программирование оборудования с ЧПУ входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной дисциплиной вариативной части образовательной программы. Для освоения дисциплины Системы управления и программирование оборудования с ЧПУ студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в рамках дисциплин Технология машиностроения, Системы автоматизированного проектирования.

Для изучения данной дисциплины необходимо:

знать: основные физические законы; типы и механические свойства конструкционных материалов; теоретические основы расчетов деталей машин на прочность и выносливость; устройство, принципы работы, особенности и методы расчета базовых механизмов машин; принципы обработки деталей резанием;

уметь: рассчитывать узлы и детали машин на прочность; выбирать оптимальные конструктивные решения при проектировании узлов и деталей машин; математически описывать величины нагрузок, возникающих при работе деталей и механизмов машин;

владеть: навыками кинематических, динамических и прочностных расчетов узлов и механизмов машин; навыками проектирования деталей машин; навыками технологической подготовки производства;

Условия реализации дисциплины для лиц с ОВЗ определяются особенностями восприятия учебной информации и с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-14	способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при	знает: - работы по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции умеет: - участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции

	испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	владеет: - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.
--	---	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации экзамен

13. Виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			сем. 7	
			ч.	ч., в форме ПП
Аудиторные занятия		56	56	
в том числе	лекции	28	28	
	практические	28	28	28
	лабораторные	-	-	
Самостоятельная работа		52	52	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)		36	36	
Итого:		144	144	28

Заочная форма обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			сем. 9	
			ч.	ч., в форме ПП
Аудиторные занятия		24	24	
в том числе	лекции	8	8	
	практические	16	16	16
	лабораторные	-	-	
Самостоятельная работа		111	111	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 9 час.)		9	9	
Итого:		144	144	16

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Характеристика оборудования с ЧПУ	История развития металлорежущего оборудования с ЧПУ. Основные преимущества использования станков с ЧПУ. Основные технические характеристики станков с ЧПУ. Основные требования к конструкции станков с ЧПУ. Классификация устройств ЧПУ станков
1.2	Устройство станков с ЧПУ	Особенности построения систем управления. Основные движения и системы координат станка с ЧПУ. Координатная система станка с ЧПУ. Нулевые и исходные точки станков с ЧПУ. Степени свободы станка
1.3	Особенности устройства приводов	Классификация приводов. Приводы главного движения. Следящие приводы подач. Структурные схемы следящих приводов. Привод вспомогательных механизмов
1.4	Устройства	Устройства АСИ для станков токарной группы.

	автоматической смены инструмента (АСИ) станков с ЧПУ	Многопозиционные револьверные головки. Схемы конструктивного исполнения револьверных головок токарных станков. Примеры обработки на станках с револьверной головкой с приводными шпинделями. Устройства АСИ для фрезерно-сверлильно-расточных (многоцелевых) станков. Схема устройства смены шпиндельного узла в виде револьверной головки. Инструментальные манипуляторы. Устройство АСИ токарно-фрезерных обрабатывающих центров. Инструментальные магазины.
1.5	Технологическое оснащение станков с ЧПУ	Требования, предъявляемые к приспособлениям. Режущий инструмент, используемый на станках с ЧПУ. Материалы режущей части современного инструмента на примере материалов sandvik. Диапазоны скоростей обработки при точении. Режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ. Области использования систем крепления СМП. Режущий инструмент многоцелевых станков с ЧПУ. Режущий инструмент для обработки поверхностей фрезерованием. Схемы процессов обработки при выборе параметров фрезы. Режущий инструмент для обработки отверстий.
1.6	Режимы обработки на станках с ЧПУ	Точение. Обработка заготовки точением. Основные параметры точения. Рабочая область применения. Фрезерование. Основные типы фрезерных операций с точки зрения формы обрабатываемой поверхности и способа перемещения инструмента. Геометрические параметры фрезы. Геометрические параметры фрезерования. Получение отверстий. Режимы резания при сверлении. Рекомендуемые режимы резания Рекомендуемые режимы резания.
1.7	Вспомогательный инструмент	Эффективность работы станков с ЧПУ. Требования к вспомогательному инструменту для станков с ЧПУ. Вспомогательный инструмент для станков с ЧПУ токарной группы. Основные схемы способов крепления инструмента на токарных станках с ЧПУ. Схема резцедержателя с базирующей призмой и открытым пазом. Вспомогательный инструмент для станков сверлильно-расточной и фрезерной групп. Состав комплекта вспомогательного инструмента для многоцелевых станков с ЧПУ. Оправки с зажимом инструмента гидропластом и гидравлическим способом. Конструктивное исполнение двухшпиндельной регулируемой головки. Конструктивное исполнение устройства для удаления стружки.
1.8	Особенности разработки технологических процессов обработки для станков с ЧПУ	Типовые схемы переходов при фрезерной обработке. Схемы зигзагообразных фрезерных переходов. Схемы способов врезания фрезы в металл. Координатные перемещения. Схема для расчета перемещений инструмента по оси Z. Обработка системы отверстий. Особенности проектирования технологических операций для многоцелевых станков. Особенности обработки деталей на многоцелевых станках с ЧПУ. Последовательность выполнения операций на МС. Последовательность выполнения переходов на МС.
1.9	Точность обработки на станках с ЧПУ	Общие сведения о погрешности обработки поверхностей деталей на станках с ЧПУ. Виды погрешностей, снижающих точность перемещений рабочих органов. Влияние температурных деформаций на точность станков с ЧПУ. Количество тепла, выделяемое в станке. Точность диаметральных размеров. Способы наладки станков с ЧПУ сверлильнофрезерно-расточной группы. Рекомендации по эксплуатации станков с ЧПУ
1.10	Система управления станками с ЧПУ	Система управления станков с ЧПУ. Системы координат станка. Схема определения правила правой руки при определении СКС. Примеры систем координат различных станков. Схема связи систем координат детали и инструмента сверлильнофрезерно-расточного станка с ЧПУ. Методы

		программирования обработки на станках с ЧПУ. Ручное программирование. Программирование на стойке системы ЧПУ. Программирование при помощи САМ-систем. Кодирование и запись управляющих программ. Структура управляющей программы. Структура кадров. Структура слов. Функция подачи и главного движения. Функция инструмента. Кодирование подготовительных функции. Кодирование вспомогательных функций. Формат управляющей программы. Порядок разработки УП. Разработка схемы движения режущих инструментов.
1.11	Ручное программирование траектории движения инструмента	«Букварь» языка общения со станком с ЧПУ-G-code. структура управляющей программы. Подготовительные функции (G коды) позиционирования инструмента. Вспомогательные (технологические) команды. Значение основных символов в языке программирования G-code. «Словарь» G-code Подпрограммы языка G-code. «Энциклопедия» языка -G-code. Постоянные циклы. Специальные символы в УП.
1.12	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Основы работы в системе SprutCAM 9. Интерфейс системы SprutCAM. SprutCAM ® –разработка управляющей программы для токарной обработки. Типы технологических операций токарной обработки. Способы добавления элемента рабочего задания. Операция подрезки торца. Токарная черновая операция предназначена. Токарная чистовая операция. Отрезная токарная операция. Операция обработки канавок. Операция нарезания резьбы
2. Практические занятия		
2.1	Устройство станков с ЧПУ	Системы координат и движения станка. Закрепление знания по основным способам задачи систем координат, а так же основным и вспомогательным движениям для различных станков с ЧПУ на практике. Краткая теория. Расположение основных осей многоцелевого станка IP500MФ4. основные и вспомогательные движения, выполняемые на представленных станках в зависимости от типа технологических операций и рабочего инструмента.
2.2.	Особенности устройства приводов	Точки станков с ЧПУ. Установка нулевой точки. Установка нулевой точки заготовки на токарном станке с ЧПУ. Устройство учебного токарного станка с ЧПУ производства «Реабин». Последовательность действий при установке нулевой точки заготовки на токарном станке с ЧПУ. Установка нулевой точки заготовки на фрезерном станке с ЧПУ. Последовательность действий при установке нулевой точки заготовки на вертикально фрезерном станке с ЧПУ. Установка нулевой точки заготовки по оси Z
2.3	Система управления станками с ЧПУ	Ручное программирование траектории обработки на станке, оснащенном системой ЧПУ. Управляющая программа обработки буквы А. написать управляющую программу для обработки траектории буквы на станке с ЧПУ. Поле обработки, в которое необходимо вписать букву прямоугольник.
2.4	Ручное программирование траектории движения инструмента	Использования подпрограмм в языке программирования G- коде. Назначение УЧПУ «ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-31». Программирование технологических команд, вспомогательных и подготовительных функций. Программирование номера инструмента. Привязка инструмента к системе отчета, система координат станка. Вспомогательные функции. Подготовительные функции. Программирование рабочей подачи. Выдержка времени. Программирование перемещений. Позиционирование. Перемещение на рабочей подаче. Позиционирование по двум осям. Обработка фасок. Круговая интерполяция. Обработка галтелей и скруглений. Программирование технологических циклов. Многопроходный черновой продольный цикл G77. Многопроходный черновой поперечный цикл G78. Цикл

		глубокого сверления G73. Многопроходный цикл нарезания торцевых канавок G74. Многопроходный цикл нарезания цилиндрических канавок G75. Нарезание резьбы резцом. Многопроходный цикл резьбонарезания G31. Нарезание резьбы плашкой или метчиком по функции G33. Составление управляющей программы.
2.5	Ручное программирование траектории движения инструмента	Токарный станок с ЧПУ. Основные узлы и особенности. Программный комплекс Operating and programming 840D (Operating and programming 802SC). Вид панели «Keyboard assignment». Лицевая панель пульта оператора. Пульт управления (выносками указать назначение клавиш и элементов пульта). Измеритель перемещений. Перемещение суппорта токарного станка с ЧПУ. Общий вид револьверной головки токарного станка с ЧПУ. Закрепление заготовки на токарном станке с ЧПУ. Схема включения станка с ЧПУ. Основные элементы конструкции токарного станка с ЧПУ.
2.6	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ. Программный комплекс Swansoft CNC simulation software (SSCNC). Выбор токарного резца из инструментальной базы данных. Загрузка токарного резца в позицию 1 револьверной головки. Загрузка сверла в позицию 3 револьверной головки. Управление станком при имитации точения. Управляющие кнопки программы. Проверка правильности привязки инструмента.
2.7	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Программирование и отладка программ токарной обработки. Применение технологических циклов Разработка программы токарной обработки типа вала с применением технологических циклов, ознакомление с особенностями СЧПУ SINUMERIC 802D. Сведения о программировании. Обработка резаньем с поднутрением – CYCLE95. Кодирование режимов обработки. Сведения о наладке станка. Режим привязки осей.
2.8	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Сверление по программе. Разработка управляющей программы обработки отверстий конкретной детали с учетом особенностей станков с ЧПУ. Программирование обработки отверстий на станках типа ОЦ. Сверление, центрование – CYCLE81. Схема движений инструмента в процессе выполнения цикла. Глубокое сверление – CYCLE83. Схема движений инструмента в процессе глубокого сверления. Нарезание резьбы без патрона – CYCLE84. Координатные точки и траектории перемещения инструмента
2.9	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Программирование с использованием подпрограмм. Использование подпрограммы. Переходы внутри программы. Состав и назначение адресов при разработке управляющей программы с использованием подпрограмм. Состав переходов при обработке детали, количественные и качественные параметры необходимого инструмента. Способ установки детали на станке, установить ноль детали, положение исходной точки. Построить траектории перемещений каждого инструмента. Координаты опорных точек. Режимы резания. Необходимый диапазон вращения шпинделя.
2.10	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Панель оператора для станка мод. 16K20T1 с УЧПУ «Электроника НЦ-31». Пульт оператора (ПО) УЧПУ «Электроника НЦ-31». Язык панели оператора. Функциональные возможности УЧПУ. ПО УЧПУ. Зона индикации. Зона ввода буквенно-цифровой информации и признаков.
2.11	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Устройство УЧПУ «Электроника НЦ-31». Назначение и основные технические характеристики системы ЧПУ. Конструктивное исполнение УЧПУ. Функциональная структура УЧПУ. Схема соединений УЧПУ «Электроника НЦ-31». Модульная структура УЧПУ «Электроника НЦ – 31». Функциональное программное обеспечение (ФПО) УЧПУ «Электроника НЦ-31». Сопряжение УЧПУ со станком.

		Включение УЧПУ и проверка технического состояния. Размерная привязка инструментов к детали. Выдержка времени.
2.12	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	Подготовка управляющей программы для станка мод. 16K20T1 с оперативным УЧПУ «Электроника НЦ-31». Технологический процесс обработки детали на станке с ЧПУ. Разработка УП для УЧПУ «Электроника НЦ -31». Назначение буквенных адресов. Система координат (отсчета). Размеры в абсолютных значениях и приращениях. Подготовительные функции. Безусловный переход Р. Вспомогательные функции. Программирование скорости главного движения. Программирование рабочей подачи. Программирование номера инструмента. Программирование перемещений.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Характеристика оборудования с ЧПУ	2			6	8
2	Устройство станков с ЧПУ	2	2		6	10
3	Особенности устройства приводов	2	2		4	8
4	Устройства автоматической смены инструмента (АСИ) станков с ЧПУ	2			4	6
5	Технологическое оснащение станков с ЧПУ	2			4	6
6	Режимы обработки на станках с ЧПУ	2			4	6
7	Вспомогательный инструмент	2			4	6
8	Особенности разработки технологических процессов обработки для станков с ЧПУ	2			4	6
9	Точность обработки на станках с ЧПУ	2			4	6
10	Система управления станками с ЧПУ	2	2		4	8
11	Ручное программирование траектории движения инструмента	4	4		4	12
12	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	4	18		4	26
	Зачет с оценкой					36
	Итого	28	28	0	52	144

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Характеристика оборудования с ЧПУ	1			10	11
2	Устройство станков с ЧПУ	1	1		10	12
3	Особенности устройства приводов	1	1		10	12
4	Устройства автоматической смены	1			10	11

	инструмента (АСИ) станков с ЧПУ					
5	Технологическое оснащение станков с ЧПУ	0,5			10	10,5
6	Режимы обработки на станках с ЧПУ	0,5			10	10,5
7	Вспомогательный инструмент	0,5			10	10,5
8	Особенности разработки технологических процессов обработки для станков с ЧПУ	0,5			9	9,5
9	Точность обработки на станках с ЧПУ	0,5			8	8,5
10	Система управления станками с ЧПУ	0,5	2		8	10,5
11	Ручное программирование траектории движения инструмента	0,5	2		8	10,5
12	Автоматизированное составление управляющей программы для систем с ЧПУ	0,5	2		8	18,5
	Зачет с оценкой					9
	Итого	8	16	0	111	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, прежде всего обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции и практические занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе лекционных занятий следует не только слушать излагаемый материал и кратко его конспектировать, но очень важно участвовать в анализе примеров, предлагаемых преподавателем, в рассмотрении и решении проблемных вопросов, выносимых на обсуждение. Необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы как уточняющего характера, помогающие уяснить отдельные излагаемые положения, так и вопросы продуктивного типа, направленные на расширение и углубление сведений по изучаемой теме, на выявление недостаточно освещенных вопросов, слабых мест в аргументации и т.п.

В процессе конспектирования лекционного материала лучше использовать одну сторону тетрадного разворота (например, левую), оставив другую (правую) для внесения вопросов, замечаний, дополнительной информации, которая может появиться при изучении учебной или научной литературы во время подготовки к практическим занятиям. Не следует дословно записать лекцию, лучше попытаться понять логику изложения и выделить наиболее важные положения лекции в виде опорного конспекта или ментальной карты (для составления ментальной карты или опорного конспекта можно использовать разворот тетради или отдельный чистый лист А4, который затем можно вклеить в тетрадь для конспектов). Основные определения важнейших понятий, особенно при отсутствии единства в трактовке тех или иных понятий среди ученых, лучше записать. Не следует пренебрегать примерами, зачастую именно записанные примеры помогают наполнить опорный конспект живым содержанием и облегчают его понимание.

Рекомендуется использовать различные формы выделения наиболее сложного, нового, непонятного материала, который требует дополнительной проработки: можно пометить его знаком вопроса (или записать на полях сам вопрос), цветом, размером букв и т.п. – это поможет быстро найти материал, вызвавший трудности, и в конце лекции(или сразу же, попутно) задать вопрос преподавателю (не следует оставлять

непонятый материал без дополнительной проработки, без него иногда бывает невозможно понять последующие темы). Материал уже знакомый или понятный нуждается в меньшей детализации – это поможет сэкономить усилия во время конспектирования.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить в соответствии с вопросами для повторения основную литературу, просмотреть и дополнить конспекты лекции, ознакомиться с дополнительной литературой – это поможет усвоить и закрепить полученные знания. Кроме того, к каждой теме в планах практических занятий даются практические задания, которые также необходимо выполнить самостоятельно во время подготовки к занятию.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем вопросов, выносящихся на зачет. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем. Необходимо обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных по разным причинам. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Для достижения планируемых результатов обучения используются групповые дискуссии, анализ ситуаций.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Белов, П.С. Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ: методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов : [16+] / П.С. Белов. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. – 25 с.: - Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-0166-8. То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561359 (дата обращения: 22.06.2021).– Текст : электронный.
02	Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления: учебное пособие / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – Москва: Логос, 2005. – 295 с. – (Новая Университетская Библиотека). - Библиогр. в кн. - ISBN 5-98704-012-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89949 (дата обращения: 22.06.2021).

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
03	Лучкин, В.К. Проектирование и программирование обработки на токарных станках с ЧПУ: учебное пособие / В.К. Лучкин, В.А. Ванин; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – 83 с.: -Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1397-2 То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444957
04	Основы программирования фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik»: учебное пособие / А.Н. Поляков, А.Н. Гончаров, А.И. Сердюк, А.Д. Припадчев. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. – 198 с.: - Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4417-0444-4 То же [Электронный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330561

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
05	Жигалова, Е.Ф. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования : учебное пособие / Е.Ф. Жигалова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : ТУСУР, 2016. - 201 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр.: с.196-197. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480810 (22.06.2021).

- 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (**
 - Перечень тем для подготовки докладов и рефератов (фонд оценочных средств).
 - Перечень вопросов для подготовки к зачету и экзаменам (фонд оценочных средств).

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных

Программное обеспечение:

Win10, OfficeProPlus 2010;

–STDU Viewer version 1.6.2.0;

–7-Zip;

–GIMP GNU Image Manipulation Program;

–Paint.NET;

–браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer.

Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

–Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/>

–Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>

–Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

–Портал машиностроения – <http://www.mashportal.ru/>

–Информационно-тематический портал «Машиностроение, механика, металлургия» <http://mashmex.ru/mehanika-mashinostroenie.html>

–База данных «Стандарты и регламенты» Росстандарта – <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts>

–Библиотека технической литературы ТехЛит.ру – <http://www.tehlit.ru/list.htm>

–Библиотека машиностроителя – <https://lib-bkm.ru/index/0-9>

–Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» – <http://biblioclub.ru/>

–ООО Политехресурс ЭБС «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») – <https://www.studentlibrary.ru/>

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийное оборудование (проектор, стационарный компьютер, экран)

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-14 способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки	знает: - работы по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	1-12	Написание реферата. Темы рефератов п. 19.3.3 Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2

производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	умеет: - участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	1-12	Написание реферата. Темы рефератов п. 19.3.3 Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2
	владеет: - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции.	1-12	Перечень заданий для индивидуальной работы п.19.3.2
Экзамен			Вопросы к экзамену п. 19.3.1

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент умеет соединять знания из различных разделов курса. Полно, правильно и логически безупречно излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Владеет необходимым математическим аппаратом. Без затруднений применяет теоретические знания при анализе конкретных задач и вопросов. Свободно подбирает (составляет сам) примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Сопровождает ответ сведениями по истории вопроса; ориентируется в смежных темах курса, знает основную литературу по своему вопросу.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Студент хорошо владеет теорией вопроса; видит взаимосвязь различных разделов курса, может их объяснить. Хорошо владеет профессиональной терминологией, в случае неверного употребления термина может сам исправить ошибку. В основном полно, правильно и логично излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Применяет теоретические знания при анализе фактического материала, может приводить собственные примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Допускается 1-2 недочета в изложении и речевом оформлении ответа. Демонстрирует хороший уровень понимания вопросов по теме.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Студент правильно воспроизводит основные положения теории, демонстрирует понимание этих положений, иллюстрирует их примерами. Умеет использовать знания при характеристике фактического материала. В то же время в ответе могут присутствовать следующие недочеты: а) допускает неточности в определении понятий, терминов, законов (но исправляет их при помощи наводящих вопросов экзаменатора); б) излагает материал недостаточно полно; в) не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения; г) излагает материал недостаточно последовательно; д) допускает ошибки в речи. Отвечая на конкретный вопрос, не учитывает различные варианты обучения, обусловленные целями, условиями и индивидуальными особенностями аудитории. Проявляет ассоциативные знания лишь при условии наводящих вопросов экзаменатора. С трудом соотносит теорию вопроса с практическим примером, подтверждающим правильность теории. Слабо владеет профессиональной терминологией, допускает много ошибок и не умеет их исправить.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Не понимает суть вопроса, механически повторяет текст лекций или учебника, не умеет найти нужное подтверждение в защиту или	–	<i>Неудовлетворительно</i>

опровержение определённой позиции, не знает, не умеет соотнести теорию с практикой. Не владеет терминологией, подменяет одни понятия другими. Не понимает сути наводящих вопросов.		
--	--	--

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

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену

1. Классификация систем программного управления станками.
2. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления
3. Позиционные, контурные и комбинированные системы ЧПУ.
4. Системы ЧПУ с постоянной структурой и системы с программной реализацией алгоритмов работы.
5. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса NC.
6. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса CNC.
7. Характеристики и конструктивные особенности прочих числовых систем.
8. Задачи и состав программного обеспечения.
9. Характеристики операционных систем.
10. Алгоритмы и программы функций управления станками с ЧПУ.
11. Общие вопросы программного обеспечения УЧПУ.
12. Этапы разработки программного обеспечения.
13. Основные программные продукты для управления станками с ЧПУ.
14. Общая структура комплектов программного обеспечения систем ЧПУ.
15. Методы программирования.
16. Алгоритмическое проектирование программ для станков с ЧПУ.
17. Средства контроля и диагностики систем управления станками с ЧПУ.
18. Методы и средства для программирования станков с ЧПУ.
19. Кодирование информации и языки программирования процессов.
20. Системы автоматизации для программирования станков с ЧПУ.
21. Этапы создания управляющих программ.
22. Задачи, решаемые при программировании работы системы ЧПУ.
23. Геометрическая задача.
24. Логическая задача.
25. Технологическая задача.
26. Терминальная задача.
27. Кодирование информации при помощи кода ИСО-7бит.
28. Значения символов и адресов кода ИСО-7бит.
29. Базовые коды программирования.
30. Координатные системы.
31. Использование подпрограмм.
32. Языки программирования.
33. Особенности и краткие характеристики систем автоматизированного программирования станков с ЧПУ и гибких производственных систем.
34. Разработка черновых переходов при токарной обработке основных поверхностей.
35. Стандартные подпрограммы для токарной обработки.
36. Опишите программирование с сокращенным описанием контура.
37. Опишите схемы обработки контуров, плоских и объемных поверхностей на многоцелевых станках с ЧПУ.

38. Опишите типовые траектории движения режущего инструмента для объемной электроэрозионной обработки.
39. Классификация CAD систем.
40. Основные требования, предъявляемые к CAD системам.
41. Факторы, которые учитывают при выборе CAD системы.
42. CAD системы среднего уровня.
43. CAD системы высокого уровня.
44. Уровни автоматизации разработки программ.
45. Классификация CAM систем.
46. Блоки, из которых состоит CAM система.
47. Языки CAM систем.
48. Определение CAD/CAM/CAE системы и ее назначение.
49. Структура CAD/CAM/CAE систем.
50. Последовательность разработки УП в CAD/CAM системах.
51. Факторы, которые учитывают при выборе CAD/CAM системы.
52. Высокоскоростная обработка и ее сущность.
53. CAD/CAM системы для высокоскоростной обработки.
54. Преимущества высокоскоростной обработки.
55. Перспективы развития высокоскоростной обработки.
56. Уровни проектирования в САПР ТП.
57. Параметрическая оптимизация в САПР ТП.
58. Методы программирования ПР.
59. Роботизированные технологические комплексы для механической обработки.
60. Взаимодействие ПР со станками.

19.3.2 Типовые задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания) по дисциплине Технологические основы автоматизации производства

1. Теоретические сведения

Профессиональное программное обеспечение САПР ТП для проектирования технологических процессов изготовления и сборки изделий. Создание управляющих программ (УП) для станков с числовым программным управлением ЧПУ. CAD/CAM/CAE системы. Разработка технологических процессов для станков с ЧПУ.

2. Программирование обработки на токарных станках с ЧПУ

Основы программирования обработки на токарных станках с ЧПУ. Обобщенная последовательность переходов при токарной обработке. Назначение инструмента для токарной обработки. Особенности выбора параметров режима резания при токарной обработке на станках с ЧПУ. Составление расчетно-технологической карты токарной операции. Особенности расчета траекторий инструмента. Подготовка управляющих программ для токарных станков, оснащенных УЧПУ класса CNC. Формируемые (составляемые) подпрограммы. Стандартные подпрограммы. Организация типовых подпрограмм. Коррекция при токарной обработке. Программирование с сокращенным описанием контура. Параметрическое программирование. Оперативное программирование.

3. Программирование обработки деталей на сверлильных и фрезерных станках с ЧПУ

Технологическая классификация отверстий. Типовые переходы при обработке отверстий. Этапы проектирования операций обработки отверстий. Методы обхода отверстий инструментами. Общая методика программирования сверлильных операций. Упрощенная методика программирования сверлильных операций. Программирование расточных операций. Программирование обработки на фрезерных станках с ЧПУ. Элементы контура детали. Области обработки. Припуски на обработку деталей.

4. Типовые схемы переходов при фрезерной обработке

Типовые схемы фрезерования. Выбор инструмента для фрезерования. Выбор параметров режима резания при фрезеровании. Особенности объемного фрезерования. Пятикоординатная фрезерная обработка

5. Особенности обработки заготовок на многоцелевых станках с ЧПУ

Составление расчетно-технологической карты фрезерной операции. Схемы обработки контуров, плоских и объемных поверхностей. Плоское контурное фрезерование. Программирование автоматического формирования траектории инструмента при фрезеровании.

6. Программирование обработки заготовок на многоцелевых станках с ЧПУ

Особенности кодирования информации в УП для многоцелевых станков. Программирование методом подпрограмм. Диалоговые методы программирования на УЧПУ к многоцелевым станкам.

7. Программирование обработки заготовок на электроэрозионном оборудовании с ЧПУ

Особенности кодирования информации в УП для электроэрозионного оборудования. Типовые траектории движения режущего инструмента. Кодирование электрода-инструмента. и параметров генератора-импульсов.

8. Основные сведения о САПР

Сущность САПР. Назначение и область применения САПР. Виды обеспечения САПР. Комплекс САПР. Подсистемы САПР. Классификация САПР

9. САПР для изготовления графических документов и моделей

Сущность САПР для изготовления графических документов и моделей. Назначение и область применения САПР для изготовления графических документов и моделей.

10. Оформление чертежа

Линейные размеры. Угловые размеры. Размеры дуг и окружностей. Размеры в виде выноски. Допуски формы и расположения поверхностей, шероховатость. Ввод и редактирование технических требований. Заполнение основной надписи чертежа.

11. Создание и редактирование моделей деталей

Знакомство с интерфейсом. Системная среда. Окна модели. Панели инструментов. Контекстное меню. Плоскости. Вспомогательные построения. Эскиз модели и последовательность его построения и редактирования. Операции. Дополнительные элементы. Элементы приклеивания и вырезания. Массивы элементов. Пространственные кривые. Возможности редактирования моделей. Последовательность создание математически объемных, твердотельных моделей. Создание видов детали с модели, для чертежей. Расчет массо-центровочных характеристик.

12. САПР для изготовления технологических процессов (САПР ТП)

Виды проектирования. Уровни проектирования. Параметрическая оптимизация. Основные задачи САПР ТП. Принципы САПР ТП.

13. Проектирование технологических процессов с помощью САПР

Последовательность разработки технологического процесса. Основные принципы, используемые при разработке технологического процесса с помощью САПР. Формирование технологии изготовления деталей. Структурные и интерфейсные компоненты САПР ТП. Структура технологического процесса в САПР ТП. Работа с технологическими справочниками. Система трудового нормирования.

14. Основные принципы автоматизации процесса подготовки УП

Сущность автоматизированной подготовки УП. Уровни автоматизации программирования. САП, структура, классификация. Классификация САП. Структура САП.

14. Системы автоматизации программирования, CAD/CAM/CAE системы

Отечественные и зарубежные САП. Системы CAD/CAM/CAE. Структура CAD/ CAM/CAE систем. Классификация CAD/ CAM/CAE систем. Этапы разработки УП в CAD/ CAM системах.

15. Моделирование процессов изготовления изделий в CAD/CAM системах

Системная среда. Окна модели. Панели инструментов. Контекстное меню. Создание моделей. Импортирование моделей. Работа с базами данных заготовок, инструментов. Стратегии обработки в CAD/CAM системе. Последовательность разработки исходной информации в CAD/CAM системе, для различных видов обработки. Получения УП с использованием различных постпроцессоров.

16. Особенности подготовки УП для сверхскоростного фрезерования Высокоскоростная обработка. Требования к САМ-системам для высокоскоростной обработки. Преимущества высокоскоростной обработки для изготовления изделий. Перспективы развития высокоскоростной обработки.

17. Программирование промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов

Классификация систем управления ПР Общие схемы и методы программирования ПР. Входные языки управления робототехническими системами и электроавтоматикой. Языки для управления цикловыми ПР. Язык программирования роботов VAL. Язык ЯПТ. Языки программирования электроавтоматики. Методика программирования промышленных роботов Виды программного управления ПР. Методы программирования. Последовательность разработки и записи УП для ПР при различных видах программного управления. Роботизированные технологические комплексы (РТК). Взаимодействие ПР со станками.

19.3.3 Темы рефератов

1. Оси координат в станках с ЧПУ
2. Программноносители станков с ЧПУ
3. Шифры устройств ЧПУ
4. Кодирование УП
5. Методы регулирования зазоров в направляющих, смазка и защита
6. Электрооборудование и элементы систем управления станками
7. Приводы подач с бесступенчатым регулированием
8. Общие сведения о многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах
9. Токарные станки с ЧПУ
10. Многоцелевые станки на базе токарных станков с ЧПУ
11. Перспективы развития токарных станков с ЧПУ
12. Сверлильные станки с ЧПУ
13. Современные фрезерно-сверлильные станки с ЧПУ
14. Зубообрабатывающие станки с ЧПУ
15. Современные обрабатывающие центры
16. Станки с параллельной кинематикой
17. Автоматическая смена инструмента
18. Перспективы развития агрегатных станков
19. Оборудование для водоструйной обработки
20. Станки для лазерной обработки
21. Автоматические станочные линии для обработки корпусных деталей
22. Системы управления автоматических линий
23. Перспективы развития и применения ГПС
24. Технико-экономическое обоснование использования гибких автоматизированных участков
25. Транспортно-накопительные системы
26. Промышленные роботы
27. Роботизированные технологические комплексы
28. Техника безопасности при работе на металлорежущих станках

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущий контроль успеваемости проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущий контроль успеваемости проводится в формах: устного опроса, выполнения индивидуального задания, оценки результатов практической деятельности (реферат). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задание(я), позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используется количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.