

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Карякин Андрей Виссарионович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 10.02.2023 10:20:27
Уникальный программный ключ:
2e905c9a64921ebc7b6e02a1d35ca145f7838874

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕН

Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол № 4 от 30.08.2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

«Программирование станков с числовым программным управлением»

Направление подготовки	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Профиль подготовки	Технология машиностроения
Квалификация (степень) выпускника	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Форма обучения	Очная	Очно-заочная
Курс	4	4
Семестр	7	8
Трудоёмкость дисциплины, з.е.	4	4
Трудоёмкость дисциплины, час	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	96 часов	34 часа
лекции, час	24	10
практические занятия, час	36	8
лабораторные работы, час	36	16
Самостоятельная работа, час	21	92
Контроль (подготовка к экзамену), час	27	18
Форма итогового контроля	Экзамен	Экзамен
Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП)	Б1.В.01.13	Б1.В.01.13

Составитель: старший преподаватель кафедры ТМ Сурина Елена Сергеевна

Содержание

1. Цели освоения учебной дисциплины	4
2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения	4
4. Структура и содержание учебной дисциплины	8
5. Информационно-образовательные технологии	13
6. Средства для контроля и оценки	14
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....	21
8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	23
Приложение А. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов.....	24
Приложение Б. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	25

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями:

- Образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (утвержден Ученым советом университета, протокол №18/03 от 31.05.2018 г., актуализирован Ученым советом университета, протокол № 21/11 от 27.07.2021.);
- компетентностной модели выпускника по направлению подготовки 15.03.05, профилю подготовки «Технология машиностроения»

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Программирование станков с числовым программным управлением» является формирование необходимых знаний, умений и навыков в области разработки управляющих программ для станков с числовым программным управлением.

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Программирование станков с числовым программным управлением» относится к базовой части профессионального модуля и является логическим завершением дисциплины «Управление системами и процессами», изучаемой в 6-м семестре третьего курса очной формы обучения (7 семестре 4 курса очно-заочной формы).

Освоение дисциплины требует также наличия знаний, умений и навыков по дисциплинам «Технология машиностроения», «Режущий инструмент», «Металлорежущие станки и средства технологического оснащения».

Основные изучаемые вопросы дисциплины:

- требования к технологичности деталей, подлежащих обработке на станках с ЧПУ;
- особенности разработки программных операций;
- кодирование управляющей информации в одной из наиболее распространенных систем ЧПУ.

3. Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Дисциплина «Программирование станков с числовым программным управлением» участвует в формировании компетенций ПК-8.2 и ПК-2, а так же воспитательной компетенции В18.

Направления/цели воспитания	Код и формулировка задачи воспитания	Воспитательный потенциал дисциплины
Профессиональное воспитание	В18 Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий

В формировании компетенции ПК-2, помимо дисциплины «Программирование станков с ЧПУ», участвуют также дисциплины «Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения», «Детали машин и основы конструирования».

В формировании компетенции ПК-8.2, помимо дисциплины «Программирование станков с ЧПУ», участвуют также дисциплины «Режущий инструмент», «Технология машиностроения», «Управление системами и процессами», «Металлорежущие станки и средства технологического оснащения», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов». Компетенция соответствует требованиям профессионального стандарта 40.013 «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.07.2021 №472н.

Индикаторы достижения компетенций ПК-2 и ПК-8.2 (далее – ИДК) представлены ниже.

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели	Дисциплины, формирующие компетенцию
ПК-2 Способен выполнять технологическую подготовку производства деталей машиностроения	З-ПК-2. Знать:	
	нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности; последовательность действий при оценке технологичности конструкции деталей; основные критерии качественной оценки технологичности конструкции деталей; основные показатели количественной оценки технологичности конструкции деталей	Основы технологии машиностроения Технология машиностроения
	У-ПК-2. Уметь:	
	выявлять нетехнологичные элементы конструкций деталей машиностроения	<i>Программирование станков с ЧПУ</i> Технология машиностроения
	рассчитывать основные показатели количественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения; контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	Технология машиностроения
	разрабатывать предложения по повышению технологичности конструкций деталей машиностроения; разрабатывать предложения по изменению конструкций деталей машиностроения с целью повышения их технологичности	Детали машин и основы конструирования
	В-ПК-2. Владеть:	
	навыками анализа технологичности конструкций деталей машиностроения; выполнения качественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения; проведения количественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения; методами контроля технологической дисциплины при изготовлении изделий	Технология машиностроения
ПК-8.2 Способен разрабатывать технологии и управляющие	З-ПК-8.2. Знать:	
	технологические возможности токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ	Металлорежущие станки и средства технологического оснащения
	принципы и последовательность	<i>Программирование станков с</i>

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели	Дисциплины, формирующие компетенцию
программы для станков с ЧПУ, выполнять проверку и отладку управляющих программ	проектирования технологических операций изготовления деталей на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ и правила выбора технологических баз	ЧПУ
		Технология машиностроения
	конструкции и назначение режущих инструментов и станочных приспособлений для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ	Режущий инструмент
		Программирование станков с ЧПУ
		Металлорежущие станки и средства технологического оснащения
	типовые технологические процессы изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	Программирование станков с ЧПУ
		Технология машиностроения
	классификацию устройств ЧПУ и их технологические функции	Управление системами и процессами
	системы координат токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ	Программирование станков с ЧПУ
	структуру и формат управляющих программ	Управление системами и процессами
	правила кодирования информации согласно стандарту ИСО-7 бит и для конкретного устройства ЧПУ	Управление системами и процессами
		Программирование станков с ЧПУ
	методы программирования линейной и круговой интерполяции	Управление системами и процессами
		Программирование станков с ЧПУ
	этапы подготовки управляющих программ в САМ-системах	Системы автоматизированного проектирования технологических процессов
	интерфейс пульта оператора конкретного устройства ЧПУ	Программирование станков с ЧПУ
	У-ПК-8.2. Уметь:	
	оценивать технологичность конструкции деталей средней сложности с учетом обработки на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	Технология машиностроения
		Программирование станков с ЧПУ
	разрабатывать и корректировать структуру программных операций с учетом особенностей обработки на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	Программирование станков с ЧПУ
	выбирать необходимое технологическое оборудование, режущие инструменты и приспособления на основе анализа их возможностей	Режущий инструмент
		Программирование станков с ЧПУ
		Металлорежущие станки и средства технологического

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели	Дисциплины, формирующие компетенцию
		оснащения
	разрабатывать управляющие программы в САМ-системах и с пульта оператора с применением известных стратегий обработки для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	Управление системами и процессами
		<i>Программирование станков с ЧПУ</i>
		Системы автоматизированного проектирования технологических процессов
	выполнять проверку управляющих программ, в том числе с имитацией съема материала с помощью имитационного программного обеспечения устройств ЧПУ, выявлять и исправлять ошибки	Управление системами и процессами
		<i>Программирование станков с ЧПУ</i>
	осуществлять обмен файлами между программноносителем и устройством ЧПУ	<i>Программирование станков с ЧПУ</i>
		Системы автоматизированного проектирования технологических процессов
	В-ПК-8.2. Владеть:	
	навыками разработки структуры программной операции и выбора оборудования для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	<i>Программирование станков с ЧПУ</i>
	навыками выбора станочных приспособлений и режущего инструмента для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	Режущий инструмент
		<i>Программирование станков с ЧПУ</i>
		Металлорежущие станки и средства технологического оснащения
	навыками разработки, проверки и корректировки управляющих программ в САМ-системах и с пульта оператора для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ	Управление системами и процессами
		<i>Программирование станков с ЧПУ</i>
		Системы автоматизированного проектирования технологических процессов
	навыками передачи файлов управляющей программы на устройство ЧПУ при помощи интерфейсов ввода/вывода	<i>Программирование станков с ЧПУ</i>
		Системы автоматизированного проектирования технологических процессов

4. Структура и содержание учебной дисциплины

4.1. Структура учебной дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Виды учебных занятий и их трудоёмкость в часах					Знания, умения, навыки	Форма контроля
		Лекции	Пр	ЛР	СРС	Кон- троль		
Курс 4, семестр 7								
1.	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	14	-	-	10		У-ПК-2 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2	ДКР-1,2
2.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	10	36	36	11		3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2	Наличие файлов УП, ОЛр
7.	Итоговый контроль					27		Э (тест + практиче- ские задания)
	Всего:	24	36	36	21	27		
Примечание: Пр – практические занятия, ЛР – лабораторные работы, ДКР – домашняя контрольная работа, Э – экзамен, ОЛр – отчёт о выполнении лабораторных работ								

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Виды учебных занятий и их трудоёмкость в часах					ИДК	Форма контроля
		Лекции	Пр	ЛР	СРС	Кон- троль		
Курс 4, семестр 7								
1.	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	14	1	-	32		У-ПК-2 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2	ДКР-1,2
2.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	10	1	16	60		3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2	Наличие файлов УП, ОЛр
7.	Итоговый контроль					18		Э (тест + практиче- ские

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Виды учебных занятий и их трудоемкость в часах					ИДК	Форма контроля
		Лекции	Пр	ЛР	СРС	Кон- троль		
								задания)
	Всего:	10	8	16	92	18		
Примечание: Пр – практические занятия, ЛР – лабораторные работы, ДКР – домашняя контрольная работа, Э – экзамен, ОЛр – отчёт о выполнении лабораторных работ								

4.2. Содержание учебной дисциплины

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудо- ёмкость, час	
Форма обучения			о	о-з
Лекции				
1.	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	Этапы разработки технологического процесса и управляющей программы. Документация. Требования к технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ	2	1
		Основные принципы разработки маршрутной технологии обработки на станках с ЧПУ. Зоны обработки. Конструктивные элементы. Выбор оборудования.	2	1
		Структура программной операции. Особенности разработки операционной технологии обработки на станках с ЧПУ. Выбор инструмента.	4	1
		Типовые траектории сверлильной обработки на станках с ЧПУ.	2	0,5
		Типовые траектории токарной и фрезерной обработки на станках с ЧПУ. Траектории высокоскоростной обработки (ВСО).	4	0,5
2.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	Правила кодирования управляющих программ для системы ЧПУ Sinumerik 840D: формат, основные адреса, подготовительные и вспомогательные функции, технологические команды, комментарии и сообщения.	2	2
		Линейная, круговая, винтовая интерполяция. Способы программирования размерных перемещений. Программирование фасок и скруглений.	4	2
		Подпрограммы и стандартные циклы.	2	1
		Фреймы TRANS, ROT, MIRROR, SCALE	2	1
Итого очная/очно-заочная:			24	10
Практические занятия				

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудо- ёмкость, час	
			Форма обучения	о-з
1.	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	Практическая работа «Анализ технологичности конструкции деталей типа с учетом изготовления на станках с ЧПУ» (оценивается индивидуально): – Проанализировать чертеж детали типа «тело вращения» с точки зрения технологичности, выявить нетехнологичные элементы, внести изменения в конструкцию; – Проанализировать чертеж детали корпусной детали с точки зрения технологичности, выявить нетехнологичные элементы, внести изменения в конструкцию;	2	-
2.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	Практическая работа «Поиск и устранение ошибок в управляющей программе» (оценивается индивидуально): – В представленном фрагменте управляющей программы токарной обработки найти ошибки, предложить правильный вариант; – В представленном фрагменте управляющей программы сверлильно-фрезерной обработки найти ошибки, предложить правильный вариант;	2	-
		Разработка управляющей программы токарной обработки в G-кодах	2	1
		Разработка управляющей программы сверлильно-фрезерной обработки в G-кодах	2	1
		Интерфейс симулятора программной обработки SinuTrain. Создание инструмента. Создание программы и подпрограммы.	2	1
		Разработка управляющих программ токарной обработки деталей типа «Шахматная фигура»: в ProgramGUIDE (с описанием контура в G-кодах), в ShopTurn (с интерактивным описанием контура)	2	1
		Разработка управляющей программы токарной обработки детали типа «Ручка», в том числе с применением приводного инструмента в ShopTurn	2	-
		Разработка управляющих программ токарной обработки деталей типа «Втулка», в том числе с применением приводного инструмента в ShopTurn (с описанием контура заготовки).	4	1
		Разработка управляющей программы фрезерной обработки контуров в ProgramGUIDE и ShopMill	2	1
		Разработка управляющих программ обработки деталей типа «Плита» с элементами «плоскость», «отверстия»,	4	1

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудо- ёмкость, час	
			Форма обучения	
			о	о-з
		«цапфа» в в ProgramGUIDE и ShopMill		
		Разработка управляющих программ обработки деталей типа «Плита» с элементами «плоскость», «контур», «карманы», «пазы», «отверстия» в ShopMill	4	1
		Разработка управляющих программ токарной и фрезерной обработки с применением меток и циклов повторения в ProgramGUIDE и ShopMill	2	-
		Разработка управляющих программ фрезерования карманов сложного профиля с применением разных способов программирования размерных перемещений в ProgramGUIDE и ShopMill (использование операторов TRANS, ROT, MIRROR, SCALE)	2	-
		Разработка управляющих программ токарной обработки с применением приводного инструмента в ProgramGUIDE и ShopTurn (использование операторов TRANSMIT, TMCON, TRACYL, описание контура заготовки)	4	-
Итого очная/очно-заочная:			36	8
Лабораторные работы				
1.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	Разработка управляющей программы сверлильно-фрезерной обработки детали типа «Плита» в ProgramGUIDE, с оформлением отчёта <i>(необходимый инструмент выбрать по каталогу)</i>	8	4
		Разработка управляющей программы токарной обработки детали типа «Фланец» в ProgramGUIDE, с оформлением отчёта <i>(необходимый инструмент выбрать по каталогу)</i>	8	4
		Разработка управляющей программы сверлильно-фрезерной обработки детали типа «Копир» в ProgramGUIDE (в полярных координатах) и в ShopMill	4	0
		Комплексная лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы токарной обработки с приводным инструментом в ShopTurn»: – Установить технологическую последовательность обработки поверхностей детали на токарном станке с ЧПУ; – Подобрать необходимый режущий инструмент с учетом его технологических возможностей и минимизации количества инструментов в магазине; – Выполнить разработку и отладку управляющей программы токарной обработки в симуляторе Sinutrain (система ЧПУ Sinumerik Operate 4.5/4.7);	8	4

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудо- ёмкость, час	
			Форма обучения	о
		– Выполнить техническое нормирование программной операции; – Оформить комплект технологической документации (операционную карту и карты эскизов) в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД		
		Комплексная лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы обработки корпусной детали в ShopMill»: – Установить технологическую последовательность обработки поверхностей детали на токарном станке с ЧПУ; – Подобрать необходимый режущий инструмент с учетом его технологических возможностей и минимизации количества инструментов в магазине; – Выполнить разработку и отладку управляющей программы токарной обработки в симуляторе Sinutrain (система ЧПУ Sinumerik Operate 4.5/4.7); – Выполнить техническое нормирование программной операции; – Оформить комплект технологической документации (операционную карту и карты эскизов) в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД.	8	4
Итого очная/очно-заочная:			36	16

Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ»

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и её содержание	Трудоёмкость, час	
			Форма обучения	о
2.	Особенности технологиче-	– работа с конспектами и методическими материалами (в том числе использование	10	32

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и её содержание	Трудоёмкость, час	
Форма обучения			о	о-з
	ской подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	Интернет-ресурсов); – подготовка и выполнение домашних контрольных работ.		
5.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	– работа с конспектами и методическими материалами (в том числе использование Интернет-ресурсов); – самостоятельная разработка управляющих программ (с применением свободно устанавливаемого ПО SinuTrain for Sinumerik Operate); – оформление отчетов.	11	60
Итого очная/очно-заочная:			21	92

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов приведён в Приложении 1.

Методические указания для студентов по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

5. Информационно-образовательные технологии

Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

Аудиторные занятия представлены в формате лекций, практических занятий и лабораторных работ.

Лекции проводятся с использованием учебных презентаций.

Для дополнительного изучения и закрепления теоретического материала используется официальный учебный курс компании Siemens «Онлайн-обучение Sinumerik» (как онлайн-версия, так и с возможностью установки на персональный компьютер студента). Курс состоит из шести разделов: «Основы SINUMERIK Operate», «Процесс механической обработки», «Режущие инструменты. Основы», «Основы программирования систем ЧПУ», «Наладка и производство с SINUMERIK Operate», «Программирование с SINUMERIK Operate». Ссылка на

онлайн-версию: <https://new.siemens.com/ru/ru/markets/mashinostroenie/upravlenie/cnc4you/onlajn-obuchenie-po-sinumerik.html>

Также для получения дополнительных навыков программирования с использованием параметров студентам рекомендуется учебный курс «SINUMERIK: расширенное программирование» на онлайн-платформе Stepik. Курс состоит из двух модулей – теоретической части, в которой изучаются основы языка расширенного программирования, и практической, в которой полученные знания применяются для написания программ для станков с системой управления Sinumerik 840D и Sinumerik 840Dsl. Модули состоят из уроков, посвящённых отдельным темам программирования. Каждый урок разбит на шаги - текстовый материал плюс упражнения, которые необходимо решить для закрепления материала урока. Ссылка на курс: <https://stepik.org/course/63067/promo>

Практические занятия и лабораторные работы проводятся в компьютерном классе с применением специализированного программного обеспечения (симулятор программной обработки SinuTrain for SINUMERIK Operate). Их проведение нацелено на развитие творческой инженерной инициативы и закрепление знаний, умений и навыков в сфере разработки управляющих программ. Для повышения эффективности обучения и отработки навыков программирования в домашних условиях возможна установка симулятора на персональный компьютер студента.

В ходе выполнения практических работ студенты выполняют задания совместно с преподавателем, при этом у них формируются необходимые умения. Проведение лабораторных работ предполагает высокую степень самостоятельности при решении поставленной задачи. В результате у студента формируются практические навыки, связанные с разработкой управляющих программ различного уровня сложности.

Для повышения уровня подготовки студентов в течение семестра организуются консультации (как очные, так и онлайн на платформе ZOOM), во время которых проводится разъяснение сложных для понимания вопросов теоретического курса и практических задач, принимаются задолженности по контрольным работам и контролируется ход выполнения самостоятельных работ.

6. Средства для контроля и оценки

Для оценки достижений студента используется балльно-рейтинговая система. Для текущей аттестации используются материалы фонда оценочных средств (ФОС), проверка теоретических знаний осуществляется в форме домашних контрольных работ, которые должны быть выполнены до начала сессии.

Итогом первой части курса является зачет по результатам выполнения домашних контрольных работ (проверяются теоретические знания) и практических работ (проверяются умения). По окончании изучения дисциплины проводится промежуточная аттестация – дифференцированный зачет с оценкой в формате демонстрационного экзамена, где теоретические знания подразумеваются, но не проверяются. Проверке подвергаются только умения и практические навыки создания управляющих программ. Задание обязательно включает модуль создания управляющих программ в режиме диалогового ввода и в формате ProgramGUIDE (в G-кодах) с применением стандартных циклов.

Студенты, не выполнившие лабораторные работы и не оформившие отчёты по выполненным лабораторным работам, на промежуточную аттестацию не допускаются.

Вопросы к домашней контрольной работе

КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ», КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ

1. В чём заключается преимущество использования станков с ЧПУ?
2. При каких условиях достигается наибольший эффект от использования станков с ЧПУ?
3. Что представляет собой комплекс «станок с ЧПУ»?
4. Какие функции реализует система ЧПУ в процессе управления станком?
5. Что понимается под системой ЧПУ?
6. Что понимается под устройством ЧПУ?
7. Какие функции выполняет система ЧПУ?
8. Как классифицируются системы ЧПУ по способу управления рабочим органом?
9. Какие системы ЧПУ реализуют формообразование по одной оси? Дать им краткую характеристику.
10. Чем характеризуются позиционные системы ЧПУ?
11. Чем характеризуются прямоугольные системы ЧПУ?
12. В чём заключается различие между позиционными и прямоугольными системами ЧПУ?
13. Дать сравнительную характеристику прямоугольных и контурных систем ЧПУ.
14. Какие системы ЧПУ реализуют формообразование по двум и более осям? Дать им краткую характеристику.
15. Чем характеризуются контурные системы ЧПУ?
16. Чем характеризуются универсальные системы ЧПУ?

17. Как классифицируются системы ЧПУ по числу потоков информации? Дать им краткую характеристику.

18. Пояснить принцип работы разомкнутых систем ЧПУ.

19. В чём заключается недостаток разомкнутых систем управления?

20. Пояснить принцип работы замкнутых систем ЧПУ.

21. Дать краткую характеристику системам ЧПУ с обратной связью.

22. Пояснить принцип работы адаптивных систем ЧПУ.

23. В чём заключается различие между адаптивными системами стабилизации (предельного регулирования) и адаптивными системами оптимизации?

24. Пояснить принцип работы адаптивных систем предельного регулирования.

25. Пояснить принцип работы адаптивных систем оптимизации.

26. Как классифицируются системы ЧПУ по способу отсчёта перемещений?

27. Как классифицируются системы ЧПУ по числу управляемых координат?

28. Как классифицируются системы ЧПУ по структуре построения?

29. Как классифицируются системы ЧПУ по техническим возможностям?

Охарактеризовать один из типов.

30. Чем характеризуются системы ЧПУ классов NC и SNC.

31. Чем характеризуются системы ЧПУ класса CNC.

32. Чем характеризуются системы ЧПУ класса HNC.

33. Дать сравнительную характеристику системам классов CNC и DNC.

34. В чём состоит преимущество систем класса CNC перед системами класса SNC?

35. Чем характеризуются системы ЧПУ класса DNC?

36. Чем характеризуются системы ЧПУ класса VNC?

37. Чем характеризуются системы ЧПУ класса PCNC?

38. В чём заключается модульный принцип построения системы ЧПУ класса CNC?

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

1. Какие этапы проектирования можно выделить при разработке технологического процесса обработки на станке с ЧПУ?

2. Какая технологическая документация используется и формируется при подготовке управляющей программы?

3. Какую информацию содержит карта заказа на разработку управляющей программы?

4. Какие документы входят в состав сопроводительной документации?

5. Какие требования предъявляются к простановке размеров на чертежах?

6. Какие требования к технологичности должны быть учтены в конструкции деталей, рекомендуемых к обработке на станках с ЧПУ?

7. Чем технологический процесс обработки на станке с ЧПУ отличается от традиционного?

8. Что понимается под элементарным переходом?

9. Что понимается под инструментальным переходом?

10. Почему неизменность режимов резания не является характеристикой инструментального перехода обработки на станке с ЧПУ?

11. Какие конструктивные элементы можно выделить на корпусной детали?

12. На каких принципах формируется маршрут обработки на станке с ЧПУ?

13. Как реализуется принцип деления процесса обработки на стадии?

14. В чём заключается сущность принципа группирования обрабатываемых поверхностей?

15. Как реализуются принципы обеспечения максимальной жёсткости заготовки при обработке и учёта влияния деформаций от внутренних напряжений?

16. В чём сущность принципа концентрации обработки? Какие преимущества он обеспечивает?

17. Почему подготовку баз лучше выполнять на универсальных станках?

18. На что следует обратить внимание при подборе оборудования для выполнения программных операций?

19. Для чего при обработке отверстий на станках с ЧПУ вводится переход «центрирование»?

20. В каком случае возможно применение кругового/винтового фрезерования? В чём преимущества этого метода перед растачиванием?

21. В каком случае следует принять последовательную схему обработки отверстий? В каком – параллельную?

22. В какой последовательности выполняется токарная обработка типовой детали в патроне; в центрах?

23. В чём преимущество метода резьбофрезерования?

24. Как реализуется метод «точение фрезерованием»? В чём его достоинства?

25. Как обрабатываются фаски на станках с ЧПУ?

26. От чего зависит последовательность выполнения переходов на многоцелевых станках?

27. В какой последовательности выполняется обработка отверстий на многоцелевых станках с поворотным столом?

28. Что следует предпринять, если количество инструмента в наладке превышает ёмкость инструментального магазина выбранного станка?

29. В чём состоит особенность технологической оснастки, применяемой на станках с ЧПУ?

30. Какие требования предъявляются к конструкции приспособлений для станков с ЧПУ?

31. Какие элементы входят в состав комплекта УСП?

32. Какие требования предъявляются к режущему и вспомогательному инструменту для станков с ЧПУ?

33. В чём состоит особенность конструкции инструментальной оснастки станков с ЧПУ?

34. С какой целью в наладке предусматриваются резервные инструменты-дублёры?

35. В чём преимущество многофункционального инструмента?

36. Почему к назначению режимов резания при обработке на станках с ЧПУ предъявляются более жёсткие требования?

37. Какие условия должны выполняться при назначении подачи при черновой и чистовой обработке?

38. Как назначается подача при контурной обработке?

39. Что следует предпринять в случае возникновения вибрации?

40. В чём заключается эффект высокоскоростной обработки? За счёт чего он достигается?

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ

1. Какие движения в станке с ЧПУ считаются положительными?
2. С какими системами координат связана работа станка с ЧПУ?
3. Какое движение принято положительным для оси Z?
4. Что понимается под нулевой точкой станка? Где она располагается?
5. Для чего предназначена система координат инструмента?
6. Где располагается начало системы координат инструмента?
7. Из каких соображений выбирается нуль системы координат детали?
8. Как связаны между собой все три системы координат?
9. С какой целью выполняется размерная привязка?
10. Какие правила следует соблюдать при разработке траектории обработки на станке с ЧПУ?

11. Что такое эквидистанта?
12. Какие поверхности при токарной обработке считаются основными?
13. Какие типовые схемы являются основными для токарной обработки?
14. Какие схемы применяют при точении полуоткрытых зон?
15. Сравнить схемы «черновая с подборкой» и «черновая с зачистным проходом»: достоинства и недостатки, сфера применения
16. Для каких поверхностей наилучшим вариантом является схема «спуск»?
17. Какие типовые схемы применяются при нарезании резьбы резцом? В чём их достоинства и недостатки?
18. В каком случае при обходе контура используется встречное фрезерование, в каком – попутное?
19. Как связаны с видом обработки траектории на участках подвода/отвода фрезы?
20. В каком случае целесообразно применять дополнительную черновую фрезу, как выбирается её диаметр?
21. В чём состоит особенность формирования траектории обхода угла?
22. Сравнить схемы «петля» и «зигзаг»: достоинства и недостатки, сфера применения
23. В каком случае применяется схема «лента»?
24. Какие схемы применяют при обработке закрытых плоскостей?
25. Как осуществляется ввод фрезы в материал при обработке закрытых поверхностей, в том числе шпоночных пазов?
26. В чём сущность маятникового врезания?
27. В чём заключается особенность формирования траектории высокоскоростной обработки?
28. За счёт чего обеспечивается гладкость траектории высокоскоростной обработки?
29. Почему при высокоскоростной обработке радиус фрезы должен приниматься меньше, чем внутренний радиус скругления контура?
30. Из каких участков состоит траектория обработки отверстия?
31. Чем характеризуется траектория обработки при глубоком сверлении?
32. В каком случае при сверлении следует предусмотреть выдержку времени?
33. Чем характеризуется траектория нарезания резьбы метчиком?
34. Как выглядит траектория сверления соосных отверстий в параллельных стенках?

КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ

1. Что представляет собой управляющая программа?
2. Какую информацию содержит управляющая программа?

3. Как выглядит типовая структура управляющей программы, какие блоки можно выделить в её составе?
4. Из каких структурных единиц информации состоит управляющая программа?
5. Какой код используется для записи управляющей программы, что он собой представляет?
6. Какие адреса предусмотрены ГОСТ 20999-83?
7. Что такое формат кадра?
8. В какой последовательности рекомендуется располагать слова в кадре?
9. Перечислить основные группы подготовительных функций.
10. Может ли в кадре быть несколько слов одного адреса (ответ обосновать)?
11. Какие G-функции используются для выбора вида перемещения?
12. Какие G-функции используются для выбора плоскости интерполяции?
13. Какие G-функции используются для задания коррекции?
14. Какие G-функции используются для задания смещения нуля?
15. Какие G-функции используются для выбора порядка задания перемещений?
16. Какие G-функции используются для выбора способа задания подачи?
17. Какие G-функции используются для выбора способа задания скорости главного движения?
18. Какие G-функции используются для задания стандартных циклов общего применения (сверлильно-расточные, резбонарезные)?
19. Перечислить основные значения вспомогательных функций.
20. Какое содержание может иметь функция M06 «Смена инструмента» в различных устройствах ЧПУ?
21. Какие адреса используются для кодирования размерных перемещений, последовательность их записи в кадре?
22. Можно ли программировать в приращениях обработку детали сложного профиля (ответ обосновать)?
23. Как кодируются линейные перемещения? Привести примеры.
24. Как кодируются круговые перемещения? Привести примеры.
25. Как кодируется скорость главного движения?
26. Как кодируется подача?
27. Как кодируется функция инструмента?
28. Какие параметры коррекции использует система ЧПУ?
29. В чём разница между коррекцией на инструмент и коррекцией на поверхность?
30. Что такое подпрограмма; какие существуют варианты их применения?

31. Как осуществляется вызов подпрограммы?
32. Чем глобальные подпрограммы отличаются от локальных?
33. В чём преимущество программирования с использованием формальных параметров?
34. Что представляют собой стандартные циклы; в чём преимущество их использования?
35. Какие существуют способы задания стандартных циклов?
36. Какие существуют способы разработки управляющих программ?
37. Когда целесообразно использовать ручное программирование?
38. В чём преимущества программирования на стойке ЧПУ, когда оно даёт наибольший эффект?
39. В чём преимущество программирования в САМ-системах?
40. Какие функции выполняет постпроцессор?
41. Почему формирование управляющей программы в САМ-системах выполняется в два этапа? Пояснить сущность каждого этапа.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

7.1. Основная литература

1. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке [Электронный ресурс]/ Бунаков П.Ю., Широких Э.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 150 с. Электронный документ, точка доступа ЭБС «IPRbooks».
2. Смоленцев В.П., Мельников В.П., Схиртладзе А.Г. Управление системами и процессами: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Под ред. В.П. Мельникова. – М.: издательский центр «академия», 2010. – 226 с; ил.
3. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.И. Аверченков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 216 с. Электронный документ, точка доступа ЭБС «IPRbooks».
4. Сурина Е.С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 268 с., ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература)

7.2. Дополнительная литература

1. Брюханов В.Н., Схиртладзе А.Г., Вороненко В.П. Автоматизация производства: Учеб. для сред. проф. учеб. заведений/ Под ред. Ю.М. Соломенцева.. – М.: Высш. шк., 2005. – 367 с; ил.
2. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.; ил.
3. Дерябин А.Л. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с; ил.
4. Дерябин А.Л., Эстерзон М.А. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ и в ГПС: Учеб. пособие для машиностроит. техникумов. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с; ил.
5. Серебrenицкий П.П., Схиртладзе А.Г. Программирование для автоматизированного оборудования: Учеб. для сред. проф. учеб. заведений/ Под ред. Ю.М. Соломенцева.. – М.: Высш. шк., 2003. – 592 с; ил.

7.3. Методическое обеспечение

1. Сурина Е.С. Кодирование управляющей информации: Учебное пособие по дисциплине «Программирование станков с ЧПУ» для студентов, обучающихся по направлениям «Мехатроника и робототехника» и «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (все формы обучения). – Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2013. – (Электронный вариант).
2. Сурина Е.С. Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ: Учебное пособие. – Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – 46 с. – (Электронный вариант с презентацией).

7.4. Информационное обеспечение

1. <http://nsti.ru>
2. научная библиотека e-librari
3. ЭБС «Лань»
4. ЭБС «IPRbooks».
5. <https://vys-tech.ru/> (блог «Высокие технологии»)
6. <https://w4.siemens.ru/topics/ru/ru/cnc4you/Pages/cnc4you.aspx> (портал SIEMENS)
7. <https://vk.com/sinumerik> (открытая группа «CNC SINUMERIK - системы ЧПУ»)

8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Вид занятия	Материально-техническое обеспечение
Лекции	– комплект электронных презентаций; – презентационная техника (экран, проектор, ноутбук)
Практические занятия	– компьютерный класс; – презентационная техника (экран, проектор, ноутбук); – специализированное программное обеспечение FeatureCAM (или MasterCAM), КОМПАС-3D, Autodesk Inventor, SinuTrain for Sinumerik Operate
Лабораторные работы	– компьютерный класс; – презентационная техника (экран, проектор, ноутбук); – специализированное программное обеспечение FeatureCAM (или MasterCAM), КОМПАС-3D, Autodesk Inventor, SinuTrain for Sinumerik Operate

Приложение А. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов

1. Стандарт организации. Требования к оформлению текстовой документации. СТО НТИ-2-2014.- НТИ НИЯУ МИФИ: Новоуральск, 2014.-147 с.

2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся НТИ НИЯУ МИФИ.

3. Сурина Е.С. Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ: Учебное пособие. – Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – 46 с. – (Электронный вариант с презентацией).

Приложение Б. Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Дисциплина «Программирование станков с числовым программным управлением» изучается на протяжении двух семестров. Основными видами учебных занятий являются лекции, практические занятия и лабораторные работы, также предусмотрен значительный объем самостоятельной работы. На лекциях рассматриваются основные теоретические вопросы, связанные с изучением особенностей разработки технологических процессов обработки на станках с ЧПУ и основных принципов кодирования управляющей информации. Лекционный материал требует обязательного закрепления путём самостоятельного изучения: помимо повторения материала конспекта лекций, студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Вопросы, не рассмотренные на лекциях или рассмотренные не полностью, изучаются студентами самостоятельно.

Важнейший профессиональный навык, который приобретают студенты в результате освоения дисциплины «Программирование станков с числовым программным управлением», – разработка управляющих программ. Поэтому значительное внимание уделяется проведению практических и лабораторных работ, а также самостоятельной работе.

В ходе практических занятий студенты совместно осваивают все способы разработки управляющих программ: в G-кодах, в диалоговом режиме, в САМ-системе. В ходе лабораторных работ студенты выполняют полученное индивидуальное задание, самостоятельно применяя умения и навыки, полученные на практических занятиях.

Для проверки знаний студента в ходе изучения дисциплины проводятся домашние контрольные работы по билетам. Форма контроля по итогам изучения – дифференцированный зачёт (в формате демонстрационного экзамена), в рамках которого студент самостоятельно в течение установленного периода времени выполняет практическое задание по разработке управляющей программы в режиме диалогового ввода и в G-кодах с применением циклов на симуляторе программной обработки Sinutrain. Теоретические вопросы и практические задания представлены отдельным документом «Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением».

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронной библиотекой НТИ НИЯУ МИФИ, взять на дом необходимую литературу на абонементе библиотеки или воспользоваться электронным читальным залом.

Дополнения и изменения к рабочей программе:

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«__»____20__г.

Заведующий кафедрой ТМ _____

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«__»____20__г.

Заведующий кафедрой ТМ _____

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«__»____20__г.

Заведующий кафедрой ТМ _____

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«__»____20__г.

Заведующий кафедрой ТМ _____

Программа действительна

на 20____/20____ уч.год _____(заведующий кафедрой ТМ)

на 20____/20____ уч.год _____(заведующий кафедрой ТМ)

на 20____/20____ уч.год _____(заведующий кафедрой ТМ)

на 20____/20____ уч.год _____(заведующий кафедрой ТМ)