

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 31.03.2024 10:30:35
Уникальный программный ключ:
8c65c591e26b2d8e460927740cf752622aa5b295

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)

НОВОУРАЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра технологии машиностроения

ОДОБРЕН
Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 1 от 30.01.2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
текущей и промежуточной аттестации
по учебной дисциплине
«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, очно-заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт фонда оценочных средств	3
1.1. Область применения	3
1.2. Контролируемые компетенции	3
2. Программа оценивания контролируемых компетенций	4
2.1. Оценочные средства результатов обучения	4
2.2. Характеристика оценочных средств	5
3. Материалы, необходимые для оценки результатов обучения	5
3.1. Контрольные материалы для проверки теоретических знаний в форме домашней контрольной работы	8
3.2. Контрольные материалы для проверки практических навыков (задание в рамках выполнения зачетной работы)	12
3.3. Контрольные материалы в тестовой форме (аудиторная контрольная работа)	13
3.4. Анализ возможных ошибок при программировании (задание в рамках выполнения зачетной работы)	16

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу учебной дисциплины «Программирование станков с числовым программным управлением». Содержит контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена, и методические материалы, характеризующие показатели и критерии оценивания результатов обучения.

ФОС разработан на основе положений основной образовательной программы 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиля подготовки «Технология машиностроения» (квалификация (степень) «бакалавр») и рабочей программы учебной дисциплины «Программирование станков с числовым программным управлением».

1.2. Контролируемые компетенции

В соответствии с образовательной программой подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиля подготовки «Технология машиностроения» в результате изучения дисциплины «Программирование станков с числовым программным управлением» обучающийся должен овладеть следующими компетенциями.

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели
ПК-2. Способен выполнять технологическую подготовку производства деталей машиностроения	У-ПК-2. Уметь: выявлять нетехнологичные элементы конструкций деталей машиностроения
ПК-7. Способен участвовать в приемке и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств	3-ПК-7. Знать: кинематическую структуру и компоновку станков и другого технологического оборудования, системы управления ими; средства для контроля, испытаний, диагностики и адаптивного управления оборудованием машиностроительных производств; нормативную базу по эксплуатации средств и систем машиностроительных производств, электрооборудования
ПК-8.2 Способен разрабатывать технологии и управляющие программы для станков с ЧПУ, выполнять проверку и отладку управляющих программ	3-ПК-8.2. Знать: технологические возможности токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ; принципы и последовательность проектирования технологических операций изготовления деталей на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ и правила выбора технологических баз; конструкции и назначение режущих инструментов и станочных приспособлений для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ; типовые технологические процессы изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; системы координат токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ; правила кодирования информации согласно стандарту ИСО-7 бит и

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели
	для конкретного устройства ЧПУ; методы программирования линейной и круговой интерполяции; интерфейс пульта оператора конкретного устройства ЧПУ
	У-ПК-8.2. Уметь: оценивать технологичность конструкции деталей средней сложности с учетом обработки на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; разрабатывать и корректировать структуру программных операций с учетом особенностей обработки на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; выбирать необходимое технологическое оборудование, режущие инструменты и приспособления на основе анализа их возможностей; 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; выполнять проверку управляющих программ, в том числе с имитацией съема материала с помощью имитационного программного обеспечения устройств ЧПУ, выявлять и исправлять ошибки; осуществлять обмен файлами между программноносителем и устройством ЧПУ
	У-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; навыками выбора станочных приспособлений и режущего инструмента для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; 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; навыками передачи файлов управляющей программы на устройство ЧПУ при помощи интерфейсов ввода/вывода

2. Программа оценивания контролируемых компетенций

2.1. Оценочные средства результатов обучения

№ п/п	Контролируемые темы/ разделы дисциплины	Результаты освоения ООП		Аудиторные контрольные работы	Домашние контрольные работы	Итоговый контроль
		Код компетенции	Результаты обучения			
1	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	ОПК-4 ОПК-14 ПК-4 ПК-7 ПК-9	У-ПК-2 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2 3-ПК-7	АКР(т)	ДКР-1 ДКР-2 ДКР-3	
2	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D		3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2		ДКР-4	зДЭ-1 зДЭ-2

2.2. Характеристика оценочных средств

Для оценки достижений студента используется рейтинговая система оценок. Итоговая оценка дисциплины складывается из баллов, полученных в течение семестра, и баллов, полученных на зачёте. Распределение баллов рейтинга по видам деятельности для дисциплины «Программирование станков с числовым программным управлением» выполняется следующим образом: 50 баллов суммарно за выполнение практических и лабораторных работ, домашних и аудиторных контрольных работ и тестов, 50 баллов за выполнение зачётной работы в формате демонстрационного экзамена. В результате полученные баллы переводятся в 5-балльную систему согласно шкале оценивания.

Шкала оценивания

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	90-100	A	Отлично – блестящие результаты с незначительными недочётами
4 (хорошо)	85-89	B	Очень хорошо – выше среднего уровня, с некоторыми недочётами
	75-84	C	Хорошо – в целом серьезная работа, но с рядом замечаний
	70-74	D	Удовлетворительно – неплохо, однако имеются серьезные недочёты
3 (удовлетворительно)	65-69	E	Посредственно – результаты удовлетворяют минимальным требованиям (проходной балл)
	60-64		
2 (неудовлетворительно)	Ниже 60	F	Неудовлетворительно – требуется выполнение значительного объёма работы

3. Материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Требования к умениям, соответствующим ПС 40.013	Способ проверки (тип задания)	Содержание задания
Вносить изменения в технологическую документацию в связи с корректировкой УП	Домашняя контрольная работа по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Внести изменения в операционную карту в соответствии с произведенной корректировкой управляющей программы
Находить ошибки в управляющей программе и исправлять их (Соответствует формулировкам требуемых умений в ПС: «Искать и выявлять геометрические и синтаксические ошибки в УП», «Применять методы поиска и выявления	Аудиторная контрольная работа по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	В представленном фрагменте УП токарной обработки найти ошибки, предложить правильный вариант
	Аудиторная контрольная работа по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	В представленном фрагменте УП сверлильно-фрезерной обработки найти ошибки, предложить правильный вариант

Требования к умениям, соответствующим ПС 40.013	Способ проверки (тип задания)	Содержание задания
ошибок в управляющих программах»)		
Оценивать технологичность конструкции простых деталей типа тел вращения с учетом изготовления на токарных станках с ЧПУ	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы токарной обработки в ShopTurn» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Проанализировать чертеж детали с точки зрения технологичности, выявить нетехнологичные элементы, внести изменения в конструкцию
Оценивать технологичность конструкции простых корпусных деталей с учетом изготовления на станках с ЧПУ фрезерно-расточной группы	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы обработки корпусной детали в ShopMill» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	
Определять порядок выполнения переходов с учетом особенностей проектирования операций обработки на токарных станках с ЧПУ	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы токарной обработки в ShopTurn» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Установить технологическую последовательность обработки поверхностей детали на станке с ЧПУ
Определять порядок выполнения переходов с учетом особенностей проектирования операций обработки на станках с ЧПУ фрезерно-расточной группы	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы обработки корпусной детали в ShopMill» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	
Создавать УП и выполнять ее корректировку на стойке станка с ЧПУ (Соответствует формулировке требуемого умения в ПС: «вносить изменения в УП на стойке станка»);	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы токарной обработки в ShopTurn» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Выполнить разработку и отладку управляющей программы токарной обработки в симуляторе Sinutrain (система ЧПУ Sinumerik Operate 4.5/4.7)
	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы обработки корпусной детали в ShopMill» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Выполнить разработку и отладку управляющей программы обработки корпусной детали в симуляторе Sinutrain (система ЧПУ Sinumerik Operate 4.5/4.7)
	Экзаменационная работа по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Выполнить разработку и отладку управляющей программы токарной обработки в симуляторе

Требования к умениям, соответствующим ПС 40.013	Способ проверки (тип задания)	Содержание задания
		Sinutrain (система ЧПУ Sinumerik Operate 4.5/4.7)
		Выполнить разработку и отладку управляющей программы обработки корпусной детали в симуляторе Sinutrain (система ЧПУ Sinumerik Operate 4.5/4.7)
Производить расчет штучного и подготовительно-заключительного времени операции обработки заготовок простых деталей типа тел вращения на токарных станках с ЧПУ	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы токарной обработки в ShopTurn» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Выполнить техническое нормирование программной операции
Производить расчет штучного и подготовительно-заключительного времени операции обработки заготовок простых корпусных деталей на станках с ЧПУ фрезерно-расточной группы	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы обработки корпусной детали в ShopMill» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	
Оформлять технологическую документацию в соответствии с действующими требованиями	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы токарной обработки в ShopTurn» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Оформить комплект технологической документации (операционную карту и карты эскизов) в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД
	Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы обработки корпусной детали в ShopMill» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	
Языки программирования систем ЧПУ	Контрольный тест по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Ответить на вопросы контрольного билета

3.2. Контрольные материалы для проверки теоретических знаний в форме домашней контрольной работы

Комплект заданий ДКР-1 (8 вопросов в билете)

ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»	
1	1 Что понимается под системой ЧПУ? 2 Как классифицируются системы ЧПУ по способу управления рабочим органом? Охарактеризовать один из типов. 3 Пояснить принцип работы замкнутых систем ЧПУ. 4 Пояснить принцип работы адаптивных систем оптимизации. 5 Как классифицируются системы ЧПУ по числу управляемых координат? 6 Дать характеристику микропроцессорным устройствам ЧПУ. 7 Чем характеризуются системы ЧПУ классов NC и SNC? 8 Дать сравнительную характеристику системам ЧПУ классов CNC и PCNC.
ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»	
2	1 Какие системы ЧПУ реализуют формообразование по двум и более осям? Дать им краткую характеристику? 2 В чём заключается различие между позиционными и прямоугольными системами ЧПУ? 3 Чем характеризуются универсальные системы ЧПУ? 4 Дать краткую характеристику системам ЧПУ с обратной связью. 5 Как классифицируются системы ЧПУ по структуре построения? 6 Чем характеризуются системы ЧПУ класса CNC? 7 Что представляет собой комплекс «станок с ЧПУ»? 8 Чем характеризуются системы ЧПУ класса VNC?
ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»	
3	1 Что понимается под устройством ЧПУ? 2 При каких условиях достигается наибольший эффект от использования станков с ЧПУ? 3 Пояснить принцип работы систем ЧПУ без обратной связи. 4 Пояснить принцип работы адаптивных систем ЧПУ. 5 Как классифицируются системы ЧПУ по способу отсчёта перемещений? 6 Дать характеристику аппаратным устройствам ЧПУ. 7 Чем характеризуются системы ЧПУ класса HNC? 8 Дать сравнительную характеристику системам классов CNC и DNC.
ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»	
4	1 Какие функции выполняет система ЧПУ? 2 Дать сравнительную характеристику прямоугольных и контурных систем ЧПУ. 3 Пояснить принцип работы разомкнутых систем ЧПУ. 4 В чём заключается преимущество использования станков с ЧПУ? 5 В чём заключается различие между адаптивными системами стабилизации (предельного регулирования) и адаптивными системами оптимизации? 6 Как классифицируются системы ЧПУ по числу управляемых координат? 7 В чём состоит преимущество систем класса CNC перед системами класса SNC? 8 Чем характеризуются системы ЧПУ класса PCNC??
ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»	
5	1 Какие функции реализует система ЧПУ в процессе управления станком? 2 Какие системы ЧПУ реализуют формообразование по одной оси? Дать им краткую характеристику? 3 Чем характеризуются контурные системы ЧПУ?

4	Пояснить принцип работы адаптивных систем предельного регулирования.
5	Чем микропроцессорные устройства ЧПУ отличаются от аппаратных?
6	В чём заключается недостаток разомкнутых систем управления?
7	Чем характеризуются системы ЧПУ класса DNC?
8	Чем характеризуются системы ЧПУ класса NC?

Комплект заданий ДКР-2 (6 вопросов в билете)

ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»	
1	1 Какую информацию содержит карта заказа на разработку управляющей программы? 2 Как реализуется принцип деления процесса обработки на стадии? 3 В чём заключается сущность принципа группирования обрабатываемых поверхностей? 4 Почему неизменность режимов резания не является характеристикой инструментального перехода обработки на станке с ЧПУ? 5 В каком случае следует принять последовательную схему обработки отверстий, в каком – параллельную? 6 В чём заключается особенность назначения режимов резания при обработке на станках с ЧПУ?
ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»	
2	1 Какие этапы проектирования можно выделить при разработке технологического процесса обработки на станке с ЧПУ? 2 Чем технологический процесс обработки на станке с ЧПУ отличается от традиционного? 3 В чём сущность принципа концентрации обработки, какие преимущества он обеспечивает? 4 В чём преимущество метода резбифрезерования? 5 Охарактеризовать методы обработки фасок на станках с ЧПУ? 6 Что следует предпринять, если количество инструмента в наладке превышает ёмкость инструментального магазина выбранного станка?
ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»	
3	1 Какая технологическая документация используется и формируется при подготовке управляющей программы? 2 Почему для подготовки баз лучше выполнять на станках с ЧПУ? 3 Показать и охарактеризовать структурную схему операции обработки на станке с ЧПУ. 4 В каком случае возможно применение кругового/винтового фрезерования? В чём преимущества этого метода перед растачиванием? 5 В какой последовательности выполняется токарная обработка типовой детали в патроне; в центрах? 6 В чём состоит особенность технологической оснастки, применяемой на станках с ЧПУ?
ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»	
4	1 Какие требования предъявляются к простановке размеров на чертежах? 2 Как реализуются принципы обеспечения максимальной жёсткости заготовки при обработке и учёта влияния деформаций от внутренних напряжений? 3 Какие конструктивные элементы можно выделить на корпусной детали? 4 Для чего при обработке отверстий на станках с ЧПУ вводится переход «центрирование»? 5 В какой последовательности выполняется обработка отверстий на многоцелевых станках с поворотным столом? 6 Какие требования предъявляются к режущему и вспомогательному инструменту для станков с ЧПУ?

ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»	
5	1 Какие требования к технологичности должны быть учтены в конструкции деталей, рекомендуемых к обработке на станках с ЧПУ? 2 На каких принципах формируется маршрут обработки на станке с ЧПУ? 3 На что следует обратить внимание при подборе оборудования для выполнения программных операций? 4 Сравнить методы обработки резьбы. 5 Как реализуется метод «точение фрезерованием», в чём его достоинства? 6 В чём заключается эффект высокоскоростной обработки, за счёт чего он достигается?

Комплект заданий ДКР-3 (6 вопросов в билете)

ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»	
1	1 С какими системами координат связана работа станка с ЧПУ, дать их определения? 2 Какие правила следует соблюдать при разработке траектории обработки на станке с ЧПУ? 3 Дать определение эквидистанты. 4 Какие схемы применяются при токарной обработке дополнительных поверхностей (показать графически, охарактеризовать)? 5 Какие схемы применяются при фрезеровании открытых плоскостей (показать графически, охарактеризовать)? 6 Чем характеризуется траектория обработки при глубоком сверлении (показать схему)?
ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»	
2	1 Показать графически расположение систем координат станка с ЧПУ. Какое движение принято положительным для оси Z? 2 Какие типовые схемы являются основными для токарной обработки? 3 Как связаны с видом обработки траектории на участках подвода/отвода фрезы? 4 Охарактеризовать и показать графически эквидистантную и контурную схемы точения полуоткрытых поверхностей. 5 Почему при высокоскоростной обработке радиус фрезы должен приниматься меньше, чем внутренний радиус скругления контура? 6 Чем характеризуется траектория нарезания резьбы метчиком (показать схему)?
ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»	
3	1 Как связаны между собой системы координат станка и инструмента (показать графически)? 2 Какие поверхности при токарной обработке считаются основными, какие - дополнительными? 3 Показать и охарактеризовать схемы обработки канавок. 4 В каком случае целесообразно применять дополнительную черновую фрезу, как выбирается её диаметр? 5 Охарактеризовать и показать графически схемы обработки пазов. 6 Как выглядит траектория сверления соосных отверстий в параллельных стенках?
ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»	
4	1 С какой целью выполняется размерная привязка? 2 Сравнить схемы «черновая с подборкой» и «черновая с зачистным проходом»: графическое представление, достоинства и недостатки, сфера применения. 3 Какие схемы применяют при обработке закрытых плоскостей (показать графически)? 4 В чём заключается особенность формирования траектории высокоскоростной обработки? 5 Чем характеризуется траектория обработки при сверлении глухих отверстий (показать схему)? 6 Как формируется траектория объёмной обработки?

ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»	
5	1 Как связаны между собой системы координат станка и детали (показать графически)? 2 Охарактеризовать и показать графически типовые схемы нарезания резьбы резцом. 3 В каком случае при обходе контура используется встречное фрезерование, в каком – попутное? 4 В чём состоит особенность формирования траектории обхода угла? 5 Охарактеризовать и показать графически схему «лента». 6 Чем характеризуется траектория обработки при сверлении неглубоких сквозных отверстий (показать схему)?

Комплект заданий ДКР-4 (6 вопросов в билете)

ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»	
1	1 Что представляет собой управляющая программа? 2 Какие адреса предусмотрены ГОСТ 20999-83? 3 Какие G-функции используются для выбора плоскости интерполяции? 4 Какие G-функции используются для выбора способа задания подачи? 5 Можно ли программировать в приращениях обработку детали сложного профиля (ответ обосновать)? 6 Как осуществляется вызов подпрограммы? 7 В чём преимущество программирования в САМ-системах? 8 Может ли в кадре быть несколько слов одного адреса (ответ обосновать)?
ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»	
2	1 Какую информацию содержит управляющая программа? 2 В чём преимущество программирования с использованием формальных параметров? 3 Какие G-функции используются для выбора вида перемещения? 4 Какие G-функции используются для выбора способа задания скорости главного движения? 5 Как кодируется функция инструмента? 6 Что такое подпрограмма; какие существуют варианты их применения? 7 Какие существуют способы задания стандартных циклов? 8 Какие адреса используются для кодирования размерных перемещений, последовательность их записи в кадре?
ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»	
3	1 Как выглядит типовая структура управляющей программы, какие блоки можно выделить в её составе? 2 Что такое формат кадра? 3 Какие G-функции используются для задания коррекции? 4 Как кодируются круговые перемещения? Привести примеры. 5 Как кодируется подача? 6 Чем глобальные подпрограммы отличаются от локальных? 7 Какие существуют способы разработки управляющих программ? 8 Какие G-функции используются для задания смещения нуля?
ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»	
4	1 Из каких структурных единиц информации состоит управляющая программа? 2 Перечислить основные группы подготовительных функций. 3 Какое содержание может иметь функция M06 «Смена инструмента» в различных устройствах ЧПУ? 4 Как кодируются линейные перемещения? Привести примеры. 5 Какие параметры коррекции использует система ЧПУ? 6 Где хранятся локальные подпрограммы? 7 Когда целесообразно использовать ручное программирование?

8 Как кодируется скорость главного движения?

ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»

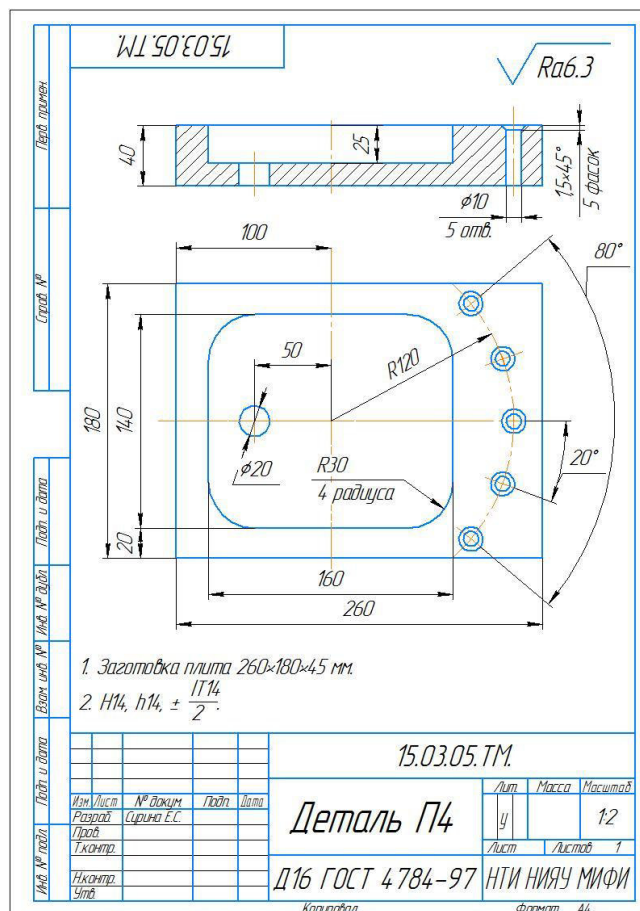
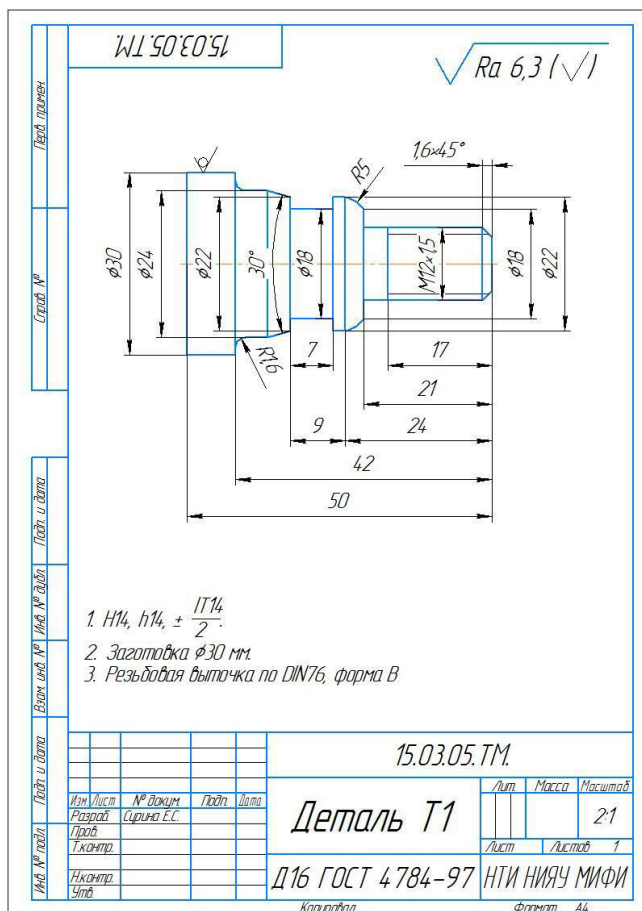
- 5
- 1 Какой код используется для записи управляющей программы, что он собой представляет?
 - 2 В какой последовательности рекомендуется располагать слова в кадре?
 - 3 Какие G-функции используются для выбора порядка задания перемещений?
 - 4 Какие G-функции используются для задания стандартных циклов общего применения?
 - 5 Перечислить основные значения вспомогательных функций.
 - 6 В чём разница между коррекцией на инструмент и коррекцией на поверхность?
 - 7 Что представляют собой стандартные циклы; в чём преимущество их использования?
 - 8 В чём преимущества программирования на стойке ЧПУ, когда оно даёт наибольший эффект?

3.3. Контрольные материалы для проверки практических навыков (задание в рамках выполнения экзаменационной работы)

Практическое задание №1 заключается в разработке управляющей программы для предложенной детали в диалоговом режиме Shopturn.

Практическое задание №2 заключается в разработке управляющей программы для предложенной детали в G-кодах с применением стандартных циклов.

Пример заданий представлены ниже.



3.4. Контрольные материалы в тестовой форме (аудиторная контрольная работа)

Теоретические вопросы выбираются из предложенных ниже. В тесте не менее десяти вопросов, наиболее полно охватывающих проверяемый раздел/разделы дисциплины. Тест считается пройденным, если количество верных ответов составляет не менее 60%.

1. Система координат станка – это:

- а) система, определяющая положение вершины инструмента относительно державки;
- б) система, определяющая координаты опорных точек контура детали;
- в) главная расчётная система, определяющая положения рабочих органов станка.

Правильный ответ: в

2. Система координат инструмента – это:

- а) система, определяющая положение вершины инструмента относительно державки;
- б) система, определяющая координаты опорных точек контура детали;
- в) главная расчётная система, определяющая положения рабочих органов станка.

Правильный ответ: а

3. Если в системе не задано смещение нуля, то обработка перемещений будет происходить:

- а) в системе координат станка;
- б) в системе координат инструмента;
- в) в системе координат детали.

Правильный ответ: а

4. В управляющей программе размерные перемещения задаются в системе координат:

- а) станка;
- б) инструмента;
- в) детали.

Правильный ответ: в

5. Вылет инструмента определяется:

- а) управляющей программой;
- б) наладкой инструмента;
- в) размерами заготовки.

Правильный ответ: б

6. В качестве положительного направления оси Z принято:

- а) направление продольного перемещения стола;
- б) движение вывода сверла из заготовки;
- в) движение ввода сверла в заготовку.

Правильный ответ: б

7. Размерная привязка к центру отверстия выполняется с помощью:

- а) плоскопараллельных концевых мер;
- б) концевой фрезы;
- в) стрелочного индикатора.

Правильный ответ: в

8. Эквидистанта – это:

- а) линия, равноотстоящая от линии контура детали на величину радиуса инструмента;
- б) линия контура детали;
- в) траектория перемещения между позициями при сверлении.

Правильный ответ: а

9. Схема токарной обработки, не содержащая холостых перемещений:

- а) петля;
- б) виток;

в) спуск.

Правильный ответ: б

10. Для обработки канавок применяется траектория:

- а) петля;
- б) виток;
- в) спуск.

Правильный ответ: в

11. При определении координат опорных точек для обработки точных поверхностей расчётная траектория должна проходить:

- а) через нижнюю границу поля допуска;
- б) через середину поля допуска;
- в) через верхнюю границу поля допуска.

Правильный ответ: б

12. При токарной обработке к основным относятся поверхности, которые можно обработать:

- а) канавочным резцом;
- б) контурным резцом с углами $\varphi=95^\circ$ и $\varphi_1=30^\circ$;
- в) проходным резцом с углами $\varphi=45^\circ$ и $\varphi_1=45^\circ$.

Правильный ответ: б

13. Наилучшим вариантом при нарезании резьбы резцом является:

- а) комбинированная схема.
- б) схема радиального врезания;
- в) схема бокового врезания;

Правильный ответ: а

14. При черновой обработке контура подвод фрезы выполняется:

- а) по нормали к обрабатываемой поверхности;
- б) под углом к обрабатываемой поверхности;
- в) по касательной к обрабатываемой поверхности.

Правильный ответ: а

15. При чистовой обработке контура подвод фрезы выполняется:

- а) по нормали к обрабатываемой поверхности;
- б) под углом к обрабатываемой поверхности;
- в) по касательной к обрабатываемой поверхности.

Правильный ответ: в

16. Установить взаимосвязь:

Направление обхода контура при фрезеровании кармана	Условия применения
1. Встречное 2. Попутное	а) обеспечение высокого качества поверхности контура; б) возможность образования подвижных частиц материала при выходе фрезы из зоны обработки; в) обеспечение высокой точности размеров контура и вертикальности стенок; г) обработка нежёсткой фрезой, при наличии опасности затягивания её в углах контура; д) обработка «по корке».

Правильный ответ:

1 (в, д)

2 (а, б, г)

17. Установить взаимосвязь:

Схема токарной обработки	Характеристики
1. Черновая с подборкой 2. Черновая с зачистным проходом 3. Эквидистантная 4. Контурная	а) основана на применении схемы «петля»; б) после прямолинейного рабочего хода инструмент движется вдоль черного контура детали, срезая оставшийся материал; в) чистовой проход может выполняться с иным значением подачи; г) при использовании схемы для окончательной обработки на каждом проходе формируется часть элемента контура; д) рабочие ходы эквидистантны контуру детали; е) при использовании схемы для окончательной обработки в точках конца рабочего хода на поверхности могут остаться риски; ж) после выполнения последнего черного прохода выполняется движение вдоль полного контура детали; з) формируется путём повторения рабочих ходов инструмента вдоль контура детали, когда рабочий и вспомогательный ходы совместно образуют траекторию в виде замкнутого цикла.

Правильный ответ:

1 (а, б, г, е), 2 (а, в, ж), 3 (а, в, д, ж), 4 (а, в, ж, з)

18. При фрезеровании закрытой плоскости (кармана) применяется траектория:

- а) зигзаг;
- б) спираль;
- в) виток;
- г) петля;
- д) лента.

Правильный ответ: б, в

19. При фрезеровании закрытой плоскости, ограниченной окружностью, применяется траектория:

- а) зигзаг;
- б) спираль;
- в) виток;
- г) петля;
- д) лента.

Правильный ответ: б

20. При чистовом фрезеровании открытой плоскости применяется траектория:

- а) зигзаг;
- б) спираль;
- в) виток;
- г) петля;
- д) лента.

Правильный ответ: г

21. При черновом фрезеровании открытой плоскости применяется траектория:

- а) зигзаг;
- б) спираль;
- в) виток;
- г) петля;
- д) лента.

Правильный ответ: а

22. Расстояние между соседними проходами фрезы при обработке плоскости принимают равным:

- а) не более 0,5 диаметра фрезы;
- б) 0,6..0,8 диаметра фрезы;

в) диаметру фрезы.

Правильный ответ: б

23. Наилучшим вариантом при фрезеровании полукруглой поверхности является траектория:

- а) зигзаг;
- б) спираль;
- в) виток;
- г) петля;
- д) лента.

Правильный ответ: д

24. «Маятниковое врезание» осуществляют под углом:

- а) 5..10°;
- б) 30..45°;
- в) 90°.

Правильный ответ: а

25. Схема «маятникового врезания» применяется для обработки:

- а) отверстий;
- б) плоскостей;
- в) шпоночных пазов.

Правильный ответ: в

26. Позиция базовой плоскости при сверлении отверстий на предварительно обработанной поверхности принимается:

- а) равной координате базовой плоскости;
- б) на 1..3 мм выше базовой плоскости;
- в) на 5..10 мм выше базовой плоскости.

Правильный ответ: б

27. Выдержка времени при сверлении предусматривается:

- а) при сверлении отверстий в параллельных стенках;
- б) при сверлении отверстий большого диаметра;
- в) при сверлении глухих отверстий, цековании, зенковании.

Правильный ответ: в

3.5. Анализ возможных ошибок при программировании (задание в рамках выполнения зачетной работы)

Как показывает практика, большинство студентов при разработке управляющей программы привычно используют шаблонные решения, не задумываясь о назначении используемых управляющих команд. При этом часто наблюдается непонимание закономерностей использования функций в рамках структуры управляющей программы для конкретного устройства ЧПУ.

Поэтому необходимо научить студентов не только разработке управляющей программы по аналогии с примерами, рассмотренными на лекционных и практических занятиях, но и анализу, умению быстро выявить возможную ошибку, умению использовать оптимизационный подход при разработке управляющей программы.

Для этого можно использовать три формы тестовых заданий.

Первый уровень – вниманию студента предлагается короткий незаконченный фрагмент управляющей программы (без чертежа детали), содержащий ошибку, которую студент должен найти и исправить. Таким образом, проверяется знание общих принципов записи управляющей программы для изучаемого ЧПУ, используемых программных адресов и функций.

Второй уровень – вниманию студента предлагается чертёж детали и небольшой законченный фрагмент управляющей программы, описывающий порядок обработки какого-либо элемента детали (например, точение канавки, нарезание резьбы резцом, контурная обработка). Студент должен найти ошибку, присутствующую в данном фрагменте, и исправить её. При этом проверяется не только знание основных принципов записи управляющей программы и используемых параметров, но и умение осознанно использовать их применительно к конкретной ситуации.

Третий уровень – вниманию студента предлагается чертёж детали и к нему – несколько вариантов управляющей программы, из которых один является верным, а остальные содержат одну или несколько ошибок. Студент должен проанализировать представленные варианты и указать правильное решение. При этом предложенные варианты должны учитывать возможность различных форм записи, допустимых для конкретного УЧПУ: например, задание дуги через радиус или через параметры интерполяции.

Предлагаемые тестовые задания могут быть использованы как для внешнего контроля знаний студента, так и для самоконтроля. Но они не заменяют итоговую форму контроля, которая предполагает самостоятельное написание управляющей программы в ходе сдачи экзамена и наиболее полно раскрывает знания и умения студента в области программирования обработки на станках с ЧПУ, а дополняют ее..

Данную форму тестовых заданий наиболее целесообразно использовать при проверке знаний общих принципов программирования, в особенности для устройств ЧПУ с большим количеством командных функций. Далее представлены примеры тестовых заданий с ответами для устройства ЧПУ Sinumerik 840D.

№ задания	Фрагмент управляющей программы	Ответ
1	N129 Z0 Y3 S250 M3 N131 G1 G41 X30 F30 N134 G2 X-5 Y50 N135 G1 X-15 Y100	В кадре N134 недостаточно информации для отработки дуги окружности (требуется радиус или параметры интерполяции)
2	N150 Z-10 M3 S250 F30 N160 G41 X30 D3 N134 G1 Y230 N135 G3 X100 Y280 I-50 K50	Неверно указан параметр интерполяции: вместо адреса K для оси Y следует использовать параметр J (кадр N135)
3	N100 G90 G91 X10 Y20 N110 G96 S200 M3 N115 G0 Z-10 N120 G41 X20 F100	Кадр N100 содержит две подготовительные функции, принадлежащие к одной группе
4	N160 G1 Z0 F80 N165 G91 N170 G42 X-10 F20 N180 G1 X-50 Y65 CR=-70	В кадре N180 вместо функции отработки круговой интерполяции указана функция линейной интерполяции
5	N30 S2000 M3 M5 N42 G0 X30 Y10 Z20 N50 Z-5 N60 G1 X30 Y-10 Z-20 F10	Кадр N30 содержит две подготовительные функции, принадлежащие к одной группе
6	N160 G0 Z0 F80 N165 G91 N170 G1 G42 X-10 F20 N180 G3 X-50 Y65 R-70	В кадре N180 указан неверный адрес для радиуса дуги окружности (должен быть CR)

В рамках проведения зачетной работы применяется третий вариант тестового практического задания. Деталь (рисунок 3.1) обрабатывается на токарном станке, оснащенном системой ЧПУ Sinumerik 840D.

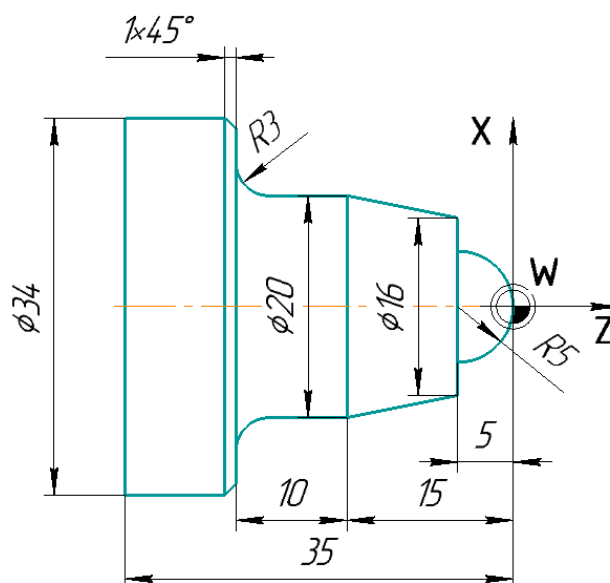


Рисунок 3.1 - Токарная обработка детали

Технологические параметры обработки:

- заготовка – прокат $\varnothing 40$ мм, выставлена с припуском 2 мм относительно нуля по оси Z;
- подрезка торца выполняется в цикле многопроходной токарной обработки;
- припуск на чистовую обработку 0,5 мм по контуру;
- скорость резания при точении 250 м/мин, при отрезке 200 м/мин;
- глубина резания 3 мм;
- подача при черновой обработке 0,4 мм/об, при чистовой обработке 0,08 мм/об, при отрезке 0,1 мм/об;
- ширина отрезного резца 3 мм.

Ниже представлены варианты подпрограммы PP_1.SPF, содержащей описание контура, и варианты основной программы P_1.MPF.

Варианты основной программы	
PP_1.SPF (Вариант №1) N1 DIAMOF N2 G18 G90 N3 G0 X0 Z0 N4 G3 X10 Z-5 CR=5 N5 G1 X16 N6 X20 N7 Z-15 N8 Z-25 RND=3 N9 X34 CHF=1 N10 Z-40 N11 M17	PP_1.SPF (Вариант №2) N1 G18 G91 DIAMON N2 G1 X0 Z0 N3 G2 X10 Z-5 CR=5 N4 G1 X16 N5 X20 Z-15 N6 Z-22 N7 G3 X26 Z-25 CR=3 N8 G1 X32 N9 X34 Z-26 N10 Z-40 N11 X41
PP_1.SPF (Вариант №3) N1 G17 G90 N2 G1 X0 Z0 N3 X10 Z-5 RND=5	PP_1.SPF (Вариант №4) N1 G18 G90 N2 DIAMON N3 G1 X0 Z0

N4 X16	N4 X5 Z-5 CR=5
N5 X20 Z-15	N5 X8
N6 Z-10 RND=3	N6 X10 Z-15
N7 X32	N7 Z-25 CR=3
N8 X34 Z-26	N8 X17 CHR=1
N9 Z-35	N9 Z-40
N10 X41	N10 X21
N11 M30	N11 M17

P_1.MPF (Вариант №1)

N1 T1 D1 REZEC KONTURNY
N2 G18 G90 G94
N3 G96 S250
N4 X41 Z3
N5 CYCLE95("PP1", 3, 0.5, 0.5, , 0.4, 0.2, 0.15, 11, 0, 0, 0)
N6 G0 X100 Z100
N7 T2 D2 REZEC OTREZNOY
N8 G96 S200
N9 G0 Z-35 X36
N10 G1 X0 F0.15
N11 X36
N12 G0 X100 Z100
N13 M17

P_1.MPF (Вариант №2)

N1 T1 D1; REZEC KONTURNY
N2 G95 G90
N3 G97 S250 M4
N4 G0 X41 Z3
N5 CYCLE95("PP_1", 5, 0, 0, 0.5, 0.4, 0.2, 0.08, 9)
N6 G0 X100 Z100
N7 T2 D1; REZEC OTREZNOY
N8 G97 S200 M3
N9 G0 Z-38 X36
N10 X0
N11 X36
N12 G0 X100 Z50
N13 M30

P_1.MPF (Вариант №3)

N1 T1 D1
N2 G95 G18
N3 G97 S2000 M5
N4 CYCLE95("PP_1", 2, 0, 0, 0, 0.4, 0.2, 0.4, 5, 0, 0, 0)
N5 G0 X100 Z100
N6 T2 D1; REZEC OTREZNOY
N7 G96 S200 LIMS=2000
N8 G0 Z-35 X41
N9 G1 X0
N10 X41
N11 G0 X100 Z100
N12 M30

P_1.MPF (Вариант №4)

N1 T1

N2 G95 G17 G94

N3 G97 S2000 M4

N4 CYCLE95("PP_1", 0, 0.5, 0.5, 0.5, 0.4, 0.2, 0.4, 1, 0, 0, 0)

N5 G0 X100 Z50

N6 T2

N7 S200

N8 G0 Z-35 X41

N9 X0

N10 X41

N11 X100 Z50

N12 M30

Все предложенные варианты содержат ошибки и неточности:

- отсутствие или неверный выбор функции, отвечающей за выбор вида перемещения;
 - отсутствие или неверный выбор функции, отвечающей за выбор плоскости интерполяции;
 - отсутствие или неверный выбор функции, отвечающей за выбор способа задания перемещений;
 - отсутствие или неверный выбор функции, отвечающей за выбор способа задания подачи;
 - отсутствие или неверный выбор функции, отвечающей за выбор функции главного движения;
 - указание в одном кадре нескольких подготовительных функций из одной группы;
 - указание в одном кадре нескольких вспомогательных функций из одной группы;
 - отсутствие или неверный выбор функции, указанной в качестве конца управляющей программы;
 - отсутствие или неверный выбор функции, указанной в качестве конца подпрограммы;
 - неверное задание параметров цикла, делающее невозможным его отработку;
 - несоответствие параметров цикла технологическим данным, указанным в задании;
 - отсутствие данных о режимах резания;
 - несоответствие режимов резания технологическим данным, указанным в задании;
 - неверное кодирование размерных перемещений;
 - неверное кодирование подачи/скорости главного движения;
 - неверное кодирование инструмента;
 - неверное кодирование вспомогательной информации.
- Требуется найти ошибки и выполнить корректировку программы.