

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Степанов Павел Иванович

Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ

Дата подписания: 27.03.2023 08:43:08

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 № 3 от 24.04.2023 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. <b>Уметь:</b> выявлять нетехнологичные элементы конструкций деталей машиностроения
ПК-7. Способен участвовать в приемке и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств	З-ПК-7. <b>Знать:</b> 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	З-ПК-8.2. <b>Знать:</b> 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. <b>Уметь:</b> 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. <b>Владеть:</b> 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			

## 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 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» Лабораторная работа «Разработка и отладка управляющей программы обработки корпусной детали в ShopMill» по дисциплине «Программирование станков с числовым программным управлением»	Оформить комплект технологической документации (операционную карту и карты эскизов) в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД
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)

<b>ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»</b>	
<b>1</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Что понимается под системой ЧПУ?</li> <li>2 Как классифицируются системы ЧПУ по способу управления рабочим органом? Охарактеризовать один из типов.</li> <li>3 Пояснить принцип работы замкнутых систем ЧПУ.</li> <li>4 Пояснить принцип работы адаптивных систем оптимизации.</li> <li>5 Как классифицируются системы ЧПУ по числу управляемых координат?</li> <li>6 Дать характеристику микропроцессорным устройствам ЧПУ.</li> <li>7 Чем характеризуются системы ЧПУ классов NC и SNC?</li> <li>8 Дать сравнительную характеристику системам ЧПУ классов CNC и PCNC.</li> </ol>
<b>ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»</b>	
<b>2</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Какие системы ЧПУ реализуют формообразование по двум и более осям? Дать им краткую характеристику?</li> <li>2 В чём заключается различие между позиционными и прямоугольными системами ЧПУ?</li> <li>3 Чем характеризуются универсальные системы ЧПУ?</li> <li>4 Дать краткую характеристику системам ЧПУ с обратной связью.</li> <li>5 Как классифицируются системы ЧПУ по структуре построения?</li> <li>6 Чем характеризуются системы ЧПУ класса CNC?</li> <li>7 Что представляет собой комплекс «станок с ЧПУ»?</li> <li>8 Чем характеризуются системы ЧПУ класса VNC?</li> </ol>
<b>ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»</b>	
<b>3</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Что понимается под устройством ЧПУ?</li> <li>2 При каких условиях достигается наибольший эффект от использования станков с ЧПУ?</li> <li>3 Пояснить принцип работы систем ЧПУ без обратной связи.</li> <li>4 Пояснить принцип работы адаптивных систем ЧПУ.</li> <li>5 Как классифицируются системы ЧПУ по способу отсчёта перемещений?</li> <li>6 Дать характеристику аппаратным устройствам ЧПУ.</li> <li>7 Чем характеризуются системы ЧПУ класса HNC?</li> <li>8 Дать сравнительную характеристику системам классов CNC и DNC.</li> </ol>
<b>ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»</b>	
<b>4</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Какие функции выполняет система ЧПУ?</li> <li>2 Дать сравнительную характеристику прямоугольных и контурных систем ЧПУ.</li> <li>3 Пояснить принцип работы разомкнутых систем ЧПУ.</li> <li>4 В чём заключается преимущество использования станков с ЧПУ?</li> <li>5 В чём заключается различие между адаптивными системами стабилизации (предельного регулирования) и адаптивными системами оптимизации?</li> <li>6 Как классифицируются системы ЧПУ по числу управляемых координат?</li> <li>7 В чём состоит преимущество систем класса CNC перед системами класса SNC?</li> <li>8 Чем характеризуются системы ЧПУ класса PCNC??</li> </ol>
<b>ДКР-1 «КОМПЛЕКС «СТАНОК С ЧПУ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧПУ»</b>	
<b>5</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Какие функции реализует система ЧПУ в процессе управления станком?</li> <li>2 Какие системы ЧПУ реализуют формообразование по одной оси? Дать им краткую характеристику?</li> <li>3 Чем характеризуются контурные системы ЧПУ?</li> </ol>

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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Какую информацию содержит карта заказа на разработку управляющей программы?</li> <li>2 Как реализуется принцип деления процесса обработки на стадии?</li> <li>3 В чём заключается сущность принципа группирования обрабатываемых поверхностей?</li> <li>4 Почему неизменность режимов резания не является характеристикой инструментального перехода обработки на станке с ЧПУ?</li> <li>5 В каком случае следует принять последовательную схему обработки отверстий, в каком – параллельную?</li> <li>6 В чём заключается особенность назначения режимов резания при обработке на станках с ЧПУ?</li> </ol>
---	---

**ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»**

2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Какие этапы проектирования можно выделить при разработке технологического процесса обработки на станке с ЧПУ?</li> <li>2 Чем технологический процесс обработки на станке с ЧПУ отличается от традиционного?</li> <li>3 В чём сущность принципа концентрации обработки, какие преимущества он обеспечивает?</li> <li>4 В чём преимущество метода резьбофрезерования?</li> <li>5 Охарактеризовать методы обработки фасок на станках с ЧПУ?</li> <li>6 Что следует предпринять, если количество инструмента в наладке превышает ёмкость инструментального магазина выбранного станка?</li> </ol>
---	--

**ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»**

3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Какая технологическая документация используется и формируется при подготовке управляющей программы?</li> <li>2 Почему для подготовки баз лучше выполнять на станках с ЧПУ?</li> <li>3 Показать и охарактеризовать структурную схему операции обработки на станке с ЧПУ.</li> <li>4 В каком случае возможно применение кругового/винтового фрезерования? В чём преимущества этого метода перед растачиванием?</li> <li>5 В какой последовательности выполняется токарная обработка типовой детали в патроне; в центрах?</li> <li>6 В чём состоит особенность технологической оснастки, применяемой на станках с ЧПУ?</li> </ol>
---	---

**ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»**

4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Какие требования предъявляются к простановке размеров на чертежах?</li> <li>2 Как реализуются принципы обеспечения максимальной жёсткости заготовки при обработке и учёта влияния деформаций от внутренних напряжений?</li> <li>3 Какие конструктивные элементы можно выделить на корпусной детали?</li> <li>4 Для чего при обработке отверстий на станках с ЧПУ вводится переход «центрирование»?</li> <li>5 В какой последовательности выполняется обработка отверстий на многоцелевых станках с поворотным столом?</li> <li>6 Какие требования предъявляются к режущему и вспомогательному инструменту для станков с ЧПУ?</li> </ol>
---	--

**ДКР-2 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА»**

5	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Какие требования к технологичности должны быть учтены в конструкции деталей, рекомендуемых к обработке на станках с ЧПУ?</li><li>2 На каких принципах формируется маршрут обработки на станке с ЧПУ?</li><li>3 На что следует обратить внимание при подборе оборудования для выполнения программных операций?</li><li>4 Сравнить методы обработки резьбы.</li><li>5 Как реализуется метод «точение фрезерованием», в чём его достоинства?</li><li>6 В чём заключается эффект высокоскоростной обработки, за счёт чего он достигается?</li></ol>
---	---

**Комплект заданий ДКР-3 (6 вопросов в билете)****ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»**

1	<ol style="list-style-type: none"><li>1 С какими системами координат связана работа станка с ЧПУ, дать их определения?</li><li>2 Какие правила следует соблюдать при разработке траектории обработки на станке с ЧПУ?</li><li>3 Дать определение эквидистанты.</li><li>4 Какие схемы применяются при токарной обработке дополнительных поверхностей (показать графически, охарактеризовать)?</li><li>5 Какие схемы применяются при фрезеровании открытых плоскостей (показать графически, охарактеризовать)?</li><li>6 Чем характеризуется траектория обработки при глубоком сверлении (показать схему)?</li></ol>
---	--

**ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»**

2	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Показать графически расположение систем координат станка с ЧПУ. Какое движение принято положительным для оси Z?</li><li>2 Какие типовые схемы являются основными для токарной обработки?</li><li>3 Как связаны с видом обработки траектории на участках подвода/отвода фрезы?</li><li>4 Охарактеризовать и показать графически эквидистантную и контурную схемы точения полуоткрытых поверхностей.</li><li>5 Почему при высокоскоростной обработке радиус фрезы должен приниматься меньше, чем внутренний радиус скругления контура?</li><li>6 Чем характеризуется траектория нарезания резьбы метчиком (показать схему)?</li></ol>
---	---

**ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»**

3	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Как связаны между собой системы координат станка и инструмента (показать графически)?</li><li>2 Какие поверхности при токарной обработке считаются основными, какие - дополнительными?</li><li>3 Показать и охарактеризовать схемы обработки канавок.</li><li>4 В каком случае целесообразно применять дополнительную черновую фрезу, как выбирается её диаметр?</li><li>5 Охарактеризовать и показать графически схемы обработки пазов.</li><li>6 Как выглядит траектория сверления соосных отверстий в параллельных стенках?</li></ol>
---	--

**ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»**

4	<ol style="list-style-type: none"><li>1 С какой целью выполняется размерная привязка?</li><li>2 Сравнить схемы «черновая с подборкой» и «черновая с зачистным проходом»: графическое представление, достоинства и недостатки, сфера применения.</li><li>3 Какие схемы применяют при обработке закрытых плоскостей (показать графически)?</li><li>4 В чём заключается особенность формирования траектории высокоскоростной обработки?</li><li>5 Чем характеризуется траектория обработки при сверлении глухих отверстий (показать схему)?</li><li>6 Как формируется траектория объёмной обработки?</li></ol>
---	---

**ДКР-3 «СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СТАНКА С ЧПУ, ТРАЕКТОРИИ ОБРАБОТКИ»**

5	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Как связаны между собой системы координат станка и детали (показать графически)?</li><li>2 Охарактеризовать и показать графически типовые схемы нарезания резьбы резцом.</li><li>3 В каком случае при обходе контура используется встречное фрезерование, в каком – попутное?</li><li>4 В чём состоит особенность формирования траектории обхода угла?</li><li>5 Охарактеризовать и показать графически схему «лента».</li><li>6 Чем характеризуется траектория обработки при сверлении неглубоких сквозных отверстий (показать схему)?</li></ol>
---	---

**Комплект заданий ДКР-4 (6 вопросов в билете)****ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»**

1	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Что представляет собой управляющая программа?</li><li>2 Какие адреса предусмотрены ГОСТ 20999-83?</li><li>3 Какие G-функции используются для выбора плоскости интерполяции?</li><li>4 Какие G-функции используются для выбора способа задания подачи?</li><li>5 Можно ли программировать в приращениях обработку детали сложного профиля (ответ обосновать)?</li><li>6 Как осуществляется вызов подпрограммы?</li><li>7 В чём преимущество программирования в САМ-системах?</li><li>8 Может ли в кадре быть несколько слов одного адреса (ответ обосновать)?</li></ol>
---	--

**ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»**

2	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Какую информацию содержит управляющая программа?</li><li>2 В чём преимущество программирования с использованием формальных параметров?</li><li>3 Какие G-функции используются для выбора вида перемещения?</li><li>4 Какие G-функции используются для выбора способа задания скорости главного движения?</li><li>5 Как кодируется функция инструмента?</li><li>6 Что такое подпрограмма; какие существуют варианты их применения?</li><li>7 Какие существуют способы задания стандартных циклов?</li><li>8 Какие адреса используются для кодирования размерных перемещений, последовательность их записи в кадре?</li></ol>
---	---

**ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»**

3	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Как выглядит типовая структура управляющей программы, какие блоки можно выделить в её составе?</li><li>2 Что такое формат кадра?</li><li>3 Какие G-функции используются для задания коррекции?</li><li>4 Как кодируются круговые перемещения? Привести примеры.</li><li>5 Как кодируется подача?</li><li>6 Чем глобальные подпрограммы отличаются от локальных?</li><li>7 Какие существуют способы разработки управляющих программ?</li><li>8 Какие G-функции используются для задания смещения нуля?</li></ol>
---	---

**ДКР-4 «КОДИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ»**

4	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Из каких структурных единиц информации состоит управляющая программа?</li><li>2 Перечислить основные группы подготовительных функций.</li><li>3 Какое содержание может иметь функция M06 «Смена инструмента» в различных устройствах ЧПУ?</li><li>4 Как кодируются линейные перемещения? Привести примеры.</li><li>5 Какие параметры коррекции использует система ЧПУ?</li><li>6 Где хранятся локальные подпрограммы?</li><li>7 Когда целесообразно использовать ручное программирование?</li></ol>
---	---



### 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 полуоткрытой плоскости 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 безопасной 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 УЧПУ, 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, оснащённом системой ЧПУ Sinumerik 840D.

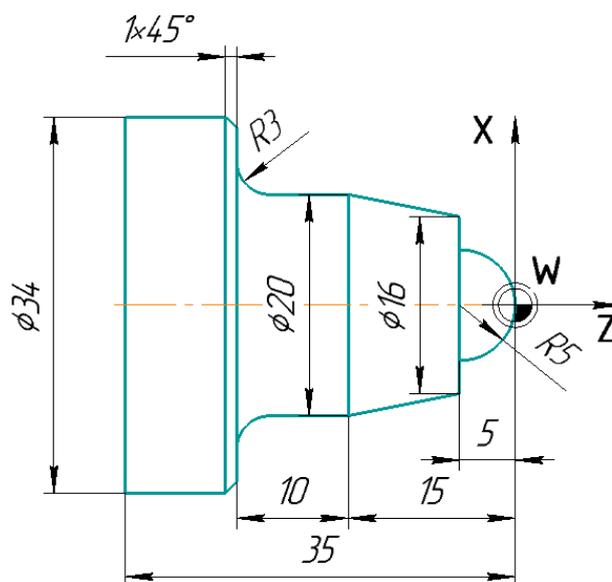


Рисунок 3.1 - Токарная обработка детали

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	
<b>PP_1.SPF (Вариант №1)</b> 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	<b>PP_1.SPF (Вариант №2)</b> 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
<b>PP_1.SPF (Вариант №3)</b> N1 G17 G90 N2 G1 X0 Z0 N3 X10 Z-5 RND=5	<b>PP_1.SPF (Вариант №4)</b> 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.