



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы программирования станков с ЧПУ» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к проектно-конструкторской деятельности, обеспечивающей создание проектов машиностроительных изделий, с учетом внешних и внутренних требований к их производству и качеству.
Ц2	Подготовка выпускников к производственно-технологической, обеспечивающей внедрение и эксплуатацию новых материалов, технологий, оборудования, востребованных на региональном и отечественном рынке.
Ц3	Подготовка выпускников к эффективному использованию и интеграции знаний в области фундаментальных наук для решения исследовательских и прикладных задач применительно к профессиональной деятельности.
Ц4	Подготовка выпускников к самообучению и освоению новых профессиональных знаний и умений, непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

**Цель освоения дисциплины:** вооружить знаниями обучающихся с устройством, принципом функционирования многофункционального токарного, фрезерного металлорежущего оборудования, обрабатывающего центра с числовым программным управлением (ЧПУ).

Научить основам программирования механической обработки поверхностей деталей на станках с ЧПУ с использованием основных и вспомогательных осей координат, в т. ч. с использованием главного шпинделя и шпинделей приводных режущих инструментов.

**Задачи:** ознакомить с программным обеспечением WIN NC SINUMERIK, разработанным передовой станкостроительной компанией Siemens; привить практические навыки, знания по обоснованному выбору деталей для обработки на станках с ЧПУ, практические навыки по выбору системы координат детали, практические навыки по программированию абсолютных и инкрементальных размеров.

Ознакомить с методикой размерной привязки режущего инструмента к системе координат детали, ознакомить с функционированием РС – рабочего места технолога – программиста в процессе разработки управляющих программ для механической обработки деталей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы программирования станков с ЧПУ» изучается в 5 семестре и относится к вариативной части дисциплин Б1.В.04.

Пререквизиты дисциплины: Математика, Инженерная графика, Компьютерные технологии в машиностроении.

**Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечивающими (последующими) дисциплинами**

Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечивающих (последующих) дисциплин	Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин		
	5		
	1	2	3
<b>Предшествующие дисциплины</b>			
1. Математика.	+	+	+

2. Инженерная графика.	+	+	+
3. Компьютерные технологии в машиностроении.		+	+
<b>Последующие дисциплины</b>			
1. Технология машиностроения.	+	+	+
2. Преддипломная практика.	+	+	+
3. Выпускная квалификационная работа.	+	+	+

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.03.05:

Р1, Р2, Р5, Р6 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.03.05).

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
ОПК-3	<i>частичное</i>	<p style="text-align: center;"><i>знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику программирования абсолютных и инкрементальных размеров, составления блоков управляющей программы с использованием подготовительных и вспомогательных функций, а также функций режущего инструмента;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать блоки в процессе реализации различных УП механической обработки деталей на оборудовании с ЧПУ;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой выбора систем координат оборудования с ЧПУ, нуля детали при реализации процессов механической обработки с главного шпинделя и шпинделя приводного режущего инструмента, знать структуру управляющей программы, базовые коды, используемые при программировании и основы разработки УП;</li> </ul>
ПК-4	<i>частичное</i>	<p style="text-align: center;"><i>знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику переработки рабочих чертежей деталей, подлежащих обработке на современном токарном и фрезерном оборудовании с ЧПУ; методику корректировки существующих управляющих программ механической обработки деталей, с целью сокращения подготовки УП для схожих по конструктивно-технологическим признакам деталей, а также способы её верификации;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать схему базирования и закрепления заготовок на станках с ЧПУ, последовательность выполнения технологических переходов, выбирать средства технологического оснащения для технологических процессов их изготовления, а также методику программирования;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>владеть:</i></p>

		<p>- методикой выбора оборудования с ЧПУ, разработки эквидистанты движения режущего инструмента относительно заготовки, выбора опорных точек и расчета их координат, а также реализации процессов механической обработки различных поверхностей деталей машин, описания режущих инструментов, средств и системы конструкторско-технологического обеспечения для современных станков с ЧПУ.</p>
--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические	Лабораторные	СРП	СР		
<b>1</b>	<b>Устройство и принцип работы станков с ЧПУ. Основные системы координат в станках с ЧПУ.</b>	5	<b>1-4</b>	4	-	4	2	16	4 / 50	Рейтинг контроль № 1
1.1	Введение. Цель и задачи дисциплины. Устройство и функционирование токарного и фрезерного станка с ЧПУ.		1	1	-	1	0,5	4	1 / 50	
1.2	Основные системы координат в станках с ЧПУ. Программирование подготовительных и вспомогательных функций.		2-4	3	-	3	1,5	12	3 / 50	
<b>2</b>	<b>Программирование токарной обработки деталей с главного шпинделя станка с ЧПУ.</b>		<b>5-14</b>	<b>10</b>		<b>10</b>	<b>5</b>	<b>40</b>	<b>10 / 50</b>	Рейтинг контроль № 2
2.1	Программирование обработки наружных поверхностей деталей с главного шпинделя.		5-9	5	-	5	2,5	20	5 / 50	
2.2	Программирование токарной обработки внутренних поверхностей вращения с главного шпинделя.		10-14	5	-	5	2,5	20	5 / 50	
<b>3</b>	<b>Программирование механической обработки деталей с использованием шпинделя приводного</b>		<b>15-18</b>	<b>4</b>	-	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>4 / 50</b>	Рейтинг контроль № 3

	<b>режущего инструмента.</b>								
3.1	Программирование механической обработки радиальных и осевых отверстий с использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.	15-17	3	-	3	1,5	12	3 / 50	
3.2	Программирование обработки плоскостей, пазов и др. поверхностей деталей с использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.	18	1	-	1	0,5	4	1 / 50	
Всего за 5 семестр			18	-	18	9	72	18 / 50	Экзамен (27 часов)
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине				-					Экзамен (27 часов)

**Тематический план дисциплины**

Раздел (тема) дисциплины	Аудиторные занятия				Самостоятельная работа студентов				
	Лекции		Лабораторные занятия		Проработка теоретического материала. Подготовка к рейтинг-контролю		Выполнение контрольных заданий		
	Темы	ч	Темы	ч	Темы	СРП, ч	СРП, ч	СРП, ч	
1.1. Введение. Цель и задачи дисциплины. Устройство и функционирование токарного и фрезерного станка с ЧПУ.	Устройство и работа станков с ЧПУ.	1	Устройство и принцип действия многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN-155.	1	Основные узлы станка TURN-155.	0,25	2	0,25	2
1.2. Основные системы координат в станках с ЧПУ. Программирование подготовительных и вспомогательных функций.	Системы координат и функция G.	3	Системы координат токарного многофункционального станка с ЧПУ модели TURN-155.	3	Описание G-слов и их написание в управляющей программе (УП).	0,5	4	1	8
2.1. Программирование обработки наружных поверхностей деталей с главного шпинделя.	Программирование траектории режущего инструмента при обработке наружных поверхностей.	5	Разработка эквидистанты движения режущего инструмента, программирование абсолютных и инкрементальных размеров.	5	Выбор нуля детали, опорных точек эквидистанты и расчет их координат.	1	8	1,5	12
2.2. Программирование токарной обработки внутренних поверхностей вращения с главного шпинделя.	Программирование траектории режущего инструмента при обработке внутренних поверхностей.	5	Составление управляющей программы точения ступеней вала.	5	Структура управляющей программы.	1	8	1,5	12

3.1. Программирование механической обработки радиальных и осевых отверстий с использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.	Область использования оси С и методика ее использования.	3	Программирование обработки системы осевых отверстий с использованием шпинделя приводного режущего инструмента.	3	Составление блоков УП с использованием вспомогательной оси С.	0,5	4	Составить фрагмент УП для обработки осевых отверстий.	1	8
3.2. Программирование обработки плоскостей, пазов и др. поверхностей деталей с использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.	Методика применения оси С для обработки шлицев.	1	Программирование обработки радиальных отверстий с использованием шпинделя приводного режущего инструмента.	1	Методика программирования обработки плоскостей на цилиндрической деталях.	0,25	2	Составить фрагмент УП для обработки шлицев.	0,25	2

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### **Раздел 1. Устройство и принцип работы станков с ЧПУ. Основные системы координат в станках с ЧПУ.**

Тема 1.1. Введение. Цель и задачи дисциплины. Устройство и функционирование токарного и фрезерного станка с ЧПУ.

Содержание темы: Введение. Цель и задачи дисциплины. Достоинства металлорежущего оборудования, оснащенного системой числового программного управления. Понятия: управляющая программа (УП), числовое программное управление (ЧПУ) станком, позиционное ЧПУ (позиционное управление), контурное ЧПУ станком (контурное управление), ручная подготовка УП, автоматизированная подготовка УП, программоноситель, программное обеспечение системы ЧПУ, устройство числового программного управления, система числового программного управления, адрес управляющей программы (адрес), абсолютный размер, размер в приращении, дискретность задания перемещения, коррекция инструмента, коррекция скорости подачи, коррекция скорости главного движения, геометрическая информация, технологическая информация, интерполяция, алгоритм, машинное слово, микропроцессор, код, геометрический элемент, опорная точка, точность позиционирования, управляемая координата, интерполятор системы ЧПУ станком, устройство и функционирование токарного и фрезерного станка с ЧПУ.

Чем определяется многофункциональность станка с ЧПУ модели TURN-155 и фрезерного станка с ЧПУ модели HAAS. Технологическая характеристика этих станков. Устройство и принцип работы современного токарного многофункционального станка с ЧПУ модели TURN-155. Основные узлы, исполнительные органы станка, рабочие движения в станке: главное движение, движения продольной, радиальной и круговой подачи. Установка заготовки и режущего инструмента на станке.

Тема 1.2. Основные системы координат в станках с ЧПУ. Программирование подготовительных и вспомогательных функций.

Содержание темы: Основные системы координат станка, детали, режущего инструмента. Назначение основных осей координат. Первое и второе правило правой руки. Дополнительные оси координат, используемые для программирования круговых подач заготовки. Дополнительные оси координат, используемые для программирования инкрементальных размеров. Взаимосвязь основных и дополнительных осей координат в станках с ЧПУ.

Содержание темы Коды, используемые для программирования механической обработки деталей на станках с ЧПУ Подготовительная функция G, ее характеристика Линейная и круговая интерполяция по часовой и против часовой стрелки. Методика программирования линейной и круговой интерполяции по часовой и против часовой стрелки. Вспомогательная функция M, ее характеристика и программирование. Функции режущего инструмента и шпинделя станка с ЧПУ, методика программирования функций режущего инструмента и шпинделя станка.

### **Раздел 2. Программирование токарной обработки деталей с главного шпинделя токарного станка с ЧПУ.**

Тема 2.1. Программирование обработки наружных поверхностей деталей с главного шпинделя.

Содержание темы: Рекомендации по выбору системы координат детали. Эквидистанта движения режущего инструмента, методика ее построения. Выбор исходной точки движения режущего инструмента и опорных точек эквидистанты. Расчет опорных точек эквидистанты, применение интерполятора. Методика программирования точения

цилиндрических и конических поверхностей детали с использованием главного шпинделя токарного станка с ЧПУ.

Тема 2.2. Программирование токарной обработки внутренних поверхностей вращения с главного шпинделя.

Содержание темы: Слово и кадр в управляющей программе. Понятие адреса. Модальные и немодальные функции их отличие. Рекомендуемая последовательность слов в управляющей программе. Строка безопасности и комментарии управляющей программы. Методика составления управляющей программы механической обработки деталей с использованием главного шпинделя токарного станка с ЧПУ. Методика программирования операции растачивания цилиндрических и конических поверхностей детали и сверления центрального отверстия и нарезания резьбы.

### **Раздел 3. Программирование механической обработки деталей с использованием шпинделя приводного режущего инструмента.**

Тема 3.1. Программирование механической обработки радиальных и осевых отверстий с использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.

Содержание темы: Расширение технологических возможностей металлорежущего оборудования с ЧПУ путем использования при механической обработке деталей приводного режущего инструмента. Понятие главного и дополнительного шпинделя станка. Характеристика поверхностей, обрабатываемых с использованием главного шпинделя и шпинделя приводного режущего инструмента. Принципиальное отличие обработки и программирования механической обработки и их использованием, технологические возможности приводного режущего инструмента.

Назначение оси С при механической обработке поверхностей приводным режущим инструментом. Сверление отверстий в цилиндрической детали, оси которых перпендикулярны оси цилиндрической детали. Методика программирования обработки радиальных отверстий. Сверление отверстий в цилиндрической детали, оси которых параллельны оси цилиндрической детали. Методика программирования обработки параллельных отверстий.

Тема 3.2. Программирование обработки плоскостей, пазов и др. поверхностей деталей с использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.

Содержание темы 3. Использование дискретного позиционирования заготовки при обработке пазов и плоскостей с использованием шпинделя приводного режущего инструмента. Составление управляющей программы механической обработки пазов и плоскостей с использованием оси С в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### **Раздел 1. Устройство и принципы работы станков с ЧПУ. Системы координат в станках с ЧПУ.**

Лабораторная работа №1. Устройство и принцип действия многофункционального токарного станка с ЧПУ модели TURN-155.

Содержание лабораторной работы:

1. Изучить компоновочную схему станка TURN 155 и его технологические возможности
2. Изучить устройство основных узлов станка и принцип действия станка
3. Изучить формообразующие движения рабочих органов
4. Уяснить необходимость применения рабочих позиций револьверной головки с приводным режущим инструментом
5. Определить случаи применения оси С (круговой подачи заготовки)
6. Изучить рабочие позиции револьверной головки с приводными и не приводными режущими инструментами

7. Выполнить все холостые и рабочие движения исполнительных органов станка

Лабораторная работа №2. Системы координат токарного многофункционального станка с ЧПУ модели TURN-155.

Содержание лабораторной работы:

1. Освоить первое правило правой руки для определения положительного направления перемещений режущего инструмента в направлении главных осей X и Z.

2. Освоить второе правило правой руки для определения положительного направления поворота вокруг дополнительной оси C.

3. По заданному чертежу выбрать систему координат детали, выбрать начало отсчета системы для конкретной обрабатываемой поверхности.

4. Выбрать оси координат, которые необходимо использовать для механической обработки конкретных поверхностей заданной детали.

5. Написать слова управляющей программы, содержащие рабочие и холостые перемещения режущего инструмента в направлении главных осей координат X и Z, а также в направлении дополнительной оси C.

## **Раздел 2. Программирование токарной обработки деталей с главного шпинделя токарного станка с ЧПУ.**

Лабораторная работа №3. Разработка эквидистанты движения режущего инструмента, программирование абсолютных и инкрементальных размеров.

Содержание лабораторной работы:

1. Изучить рабочий чертеж детали и обосновать схему базирования и закрепления заготовки на станке.

2. Разработать технологические эскизы обработки поверхностей заготовки, которые будут использоваться в дальнейшем в качестве чистовых технологических баз.

3. Разработать эквидистанту режущего инструмента при обработке поверхностей с использованием в качестве станочного приспособления трех кулачкового самоцентрирующего патрона, переднего и заднего центров.

Лабораторная работа №4. Составление управляющей программы точения ступеней вала.

Содержание лабораторной работы:

1. Разработать технологические эскизы механической обработки поверхностей заготовки.

2. Рассчитать координаты опорных точек эквидистанты при обтачивании ступеней вала.

3. Составить управляющую программу точения ступеней вала.

## **Раздел 3. Программирование механической обработки деталей с использованием шпинделя приводного режущего инструмента. Обработка радиальных и системы осевых отверстий с использованием оси C в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK**

Лабораторная работа №5. Программирование обработки системы осевых отверстий с использованием шпинделя приводного режущего инструмента.

Содержание лабораторной работы:

1. Разработка технологических эскизов механической обработки отверстий, оси которых параллельны оси цилиндрической заготовки.

2. Разработка эквидистанты движения режущего инструмента при обработке отверстий, оси которых параллельны оси цилиндрической заготовки.

3. Составление управляющей программы обработки отверстий, оси которых параллельны оси цилиндрической заготовки.

Лабораторная работа №6. Программирование обработки радиальных отверстий с использованием шпинделя приводного режущего инструмента.

Содержание лабораторной работы:

1. Разработка технологических эскизов механической обработки отверстий, оси которых перпендикулярны оси цилиндрической заготовки
2. Разработка эквидистанты движения режущего инструмента при обработке отверстий, оси которых перпендикулярны оси цилиндрической заготовки
3. Составить управляющую программу обработки отверстий, оси которых перпендикулярны оси цилиндрической заготовки.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Основы программирования станков с ЧПУ» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- проблемный метод, в результате чего обучающиеся знакомятся с проблемами отечественного машиностроения, создания передовых технологий, основанных на использовании многофункциональных станков с ЧПУ, обрабатывающих центров. Используются мультимедийные технологии, позволяющие более наглядно оценивать альтернативные варианты решения той или иной проблемы;

- при проведении лабораторных работ разрабатываются альтернативные варианты управляющих программ для обработки одной и той же детали на современных РС-рабочих местах технологов-программистов, после чего проводится интерактивный этап обучения путем творческого обсуждения разработок каждой из подгрупп обучающихся.

### **Методы активного и практического (экспериментального) обучения**

Методы активного обучения применяются с целью вовлечения студентов непосредственно в процесс размышления и решения задач. В активном обучении меньше внимания уделяется пассивной передаче информации и больше – практике управления, применения, анализа и оценки идей. Понимание повышает мотивацию студентов к выполнению задания и формирует навык обучения в течение всей жизни. Активное обучение трансформируется в практическое (экспериментальное), при котором студенты пробуют себя в смоделированных профессиональных ситуациях, например, выполняя проекты, имитируя или анализируя реальные случаи из инженерной практики.

После выбора наиболее рационального варианта технологии и управляющей программы проводится компьютерная симуляция управляющей программы, отражающая в масштабе реального времени траекторию движения режущего инструмента и формирование обрабатываемой поверхности.

Проводятся экскурсии по лабораториям научного образовательного центра университета, где установлено и эксплуатируется металлорежущее оборудование с ЧПУ, выпущенное передовыми станкостроительными компаниями Германии и Японии. В ходе экскурсии обучающиеся знакомятся с современными металлорежущими станочными системами, технологической оснасткой и контрольно-измерительными приборами и организуются встречи обучающихся со специалистами, обслуживающими современное оборудование и выпускающими высокоточную машиностроительную продукцию.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль №1, рейтинг-контроль №2, рейтинг-контроль №3).

### **Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Сформулируйте и объясните преимущества станков с числовым программным управлением перед станками с ручным управлением.
2. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: «Управляющая программа (УП)», «Позиционное ЧПУ (позиционное управление)» и «Контурное ЧПУ станком (контурное управление)», «Ручная подготовка УП», «Автоматизированная подготовка УП».
3. Задача. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: «Нулевая точка станка», «Плавающий нуль», «Нулевая точка детали» и «Точка начала обработки».
4. Охарактеризуйте термины: «Коррекция инструмента», «Коррекция скорости подачи», «Коррекция скорости главного движения».
5. Объясните понятия «Значение коррекции положения инструмента», «Значение коррекции длины инструмента» и «Значение коррекции диаметра фрезы (коррекция на фрезу)».
6. Что такое эквидистанта движения инструмента, как и кто ее разрабатывает?
7. Что такое опорные точки эквидистанты, как их выбирают? В какой системе координат программируют опорные точки эквидистанты?
8. Укажите положительные направления осей координат для токарного фрезерного станка с ЧПУ и обрабатывающего центра.
9. Что такое нуль детали, нуль программы, как и кто его выбирает? Что представляет собой сдвиг нуля станка, кто, как его сдвигает и зачем?
10. Для чего и как устанавливается связь систем координат станка, детали и инструмента?
11. Из каких элементов состоит слово и кадр (блок) управляющей программы. Что представляет собой формат кадра, для чего он нужен и как используется при составлении программы?
12. Опишите структуру управляющей программы. Какова последовательность ее составления? Для чего пишут комментарии в УП и как реагирует на комментарии система числового программного управления?
13. Объясните суть модальных и немодальных адресов, абсолютных и инкрементальных размеров. Как их программируют? Как программируется функция подачи и скорости главного движения?
14. Как программируют подготовительные функции (G - функции), назовите основные команды с их использованием и объясните их смысловое содержание.
15. Охарактеризуйте вспомогательные функции (M - функции). Раскройте содержание основных команд с их использованием и объясните их смысловое содержание.
16. Как программируют функцию инструмента, его перемещения в направлении осей X, Y и Z?
17. Раскройте понятия линейной и круговой интерполяции, изложите методику их программирования.
18. Что такое коррекция режущего инструмента, для чего она применяется и как реализуется при обработке на станках с ЧПУ?

19. Изложите сущность коррекции инструмента по длине и радиусу.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Охарактеризуйте базовые точки M, W и N в рабочей зоне токарного и фрезерного станка с ЧПУ. В какой системе координат высвечиваются координаты режущего инструмента при отработке управляющей программы?
2. При помощи каких команды осуществляется смещение нуля станка в ноль программы? Выполните эту процедуру на конкретном примере.
3. Изложите методику программирования абсолютных и инкрементальных размеров на токарном, фрезерном станке с ЧПУ и обрабатывающем центре.
4. Как выполняется определение данных режущего инструмента с помощью оптического устройства?
5. Как выполняется коррекция режущего инструмента по оси X и Z методом царапания?
6. Каким образом вводятся программы и подпрограммы обработки детали?
7. Охарактеризуйте программирование фаски и закругления на примере обработки конкретной детали.
8. Изложите методику программирования линейной интерполяции.
9. Изложите методику программирования круговой интерполяции.
10. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки на токарном многофункциональном станке TURN 155 шестигранника на цилиндрической поверхности детали.
11. Устройство и принцип функционирования токарного многофункционального станка с ЧПУ мод. TURN-155.
12. Понятия «Главный шпиндель» и «Приводной инструмент» применительно к токарному станку с ЧПУ мод. TURN-155, опишите их технологические возможности.
13. Запрограммируйте цикл продольного точения вала в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK на токарном станке с ЧПУ мод. TURN-155.
14. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием главного шпинделя станка с ЧПУ мод. TURN-155.
15. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием приводного инструмента на станке с ЧПУ мод. TURN-155.
16. Запрограммируйте цикл сверления радиального отверстия на станке с ЧПУ мод. TURN-155.
17. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием главного шпинделя
18. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием приводного инструмента на станке с ЧПУ.
19. Запрограммируйте цикл нарезания цилиндрической резьбы в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Запрограммируйте цикл нарезания конической резьбы в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.
2. Как программируют цикл контурного точения в программном обеспечении WIN NC FANUC 21TB.
3. Приведите фрагмент программы для цикла контурного точения в программном обеспечении Win NC FANUC 21TB и объясните его.
4. Приведите фрагмент программы для цикла торцового точения и объясните его.
5. Как программируют цикл «Повторение профиля»? Приведите фрагмент программы и объясните его.

6. Устройство и принцип функционирования фрезерного станка с ЧПУ модели HAAS.
7. Устройство и принцип функционирования обрабатывающего центра QWAZER.
8. Применение главных осей X, Y, Z и дополнительных осей A и C обрабатывающего центра QWAZER при обработке деталей.
9. Приведите фрагмент программы для цикла «Глубокое сверление», выполняемого на фрезерном станке с ЧПУ модели HAAS и объясните его.
10. Программирование цикла сверления с возвратом в плоскость отвода.
11. Программирование цикла глубокого сверления и нарезания резьбы метчиком?
12. Программирование цикла развертывания с возвратом в плоскость отвода? Приведите фрагмент программы и объясните его.
13. В каком формате кадра программируют ограничение скорости шпинделя? Составьте фрагмент управляющей программы и объясните его.
14. Изложите методику программирования скорости подачи в мм/мин постоянной скорости резания при обработке торца.
15. Как выполнить вызов подпрограммы? Приведите фрагмент управляющей программы.
16. Программирование цикла глубокого поперечного сверления с приводным инструментом в программном обеспечении Win NC FANUC 21T.
17. Программирование простых видов обработки на обрабатывающем центре QWAZER.
18. Программирование обработки отверстий на обрабатывающем центре QWAZER.
19. Методика сквозного проектирования и программирования обработки деталей с использованием программного продукта WILDFIRE-3.

Форма промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины – экзамен.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Сформулируйте и объясните преимущества станков с числовым программным управлением перед станками с ручным управлением.
2. Охарактеризуйте базовые точки M, W и N в рабочей зоне токарного и фрезерного станка с ЧПУ.
3. Задача. Запрограммируйте цикл нарезания резьбы в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.
4. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: «Управляющая программа (УП)», «Позиционное ЧПУ (позиционное управление)» и «Контурное ЧПУ станком (контурное управление)», «Ручная подготовка УП», «Автоматизированная подготовка УП»
5. При помощи каких команды осуществляется смещение нуля станка в нуль программы? Выполните эту процедуру на конкретном примере.
6. Задача. Запрограммируйте цикл контурного точения в программном обеспечении WIN NC FANUC 21TB.
7. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: «Нулевая точка станка», «Плавающий нуль», «Нулевая точка детали» и «Точка начала обработки».
8. Изложите методику программирования абсолютных и инкрементальных размеров на токарном, фрезерном станке с ЧПУ и обрабатывающем центре.
9. Задача. Разработайте фрагмент программы для цикла контурного точения в программном обеспечении Win NC FANUC 21TB и объясните его.
10. Охарактеризуйте термины: «Коррекция инструмента», «Коррекция скорости подачи», «Коррекция скорости главного движения».
11. Как выполняется определение данных режущего инструмента с помощью оптического устройства?

12. Задача. Разработайте фрагмент программы для цикла торцового точения и объясните его.
13. Что такое эквидистанта движения инструмента, как ее разрабатывают? Как выбирают базовые точки эквидистанты?
14. Раскройте устройство и принцип функционирования фрезерного станка с ЧПУ модели HAAS.
15. Задача. Введите в управляющую программу подпрограмму обработки детали?
16. Что такое опорные точки эквидистанты, как их выбирают? В какой системе координат программируют механическую обработку деталей?
17. Устройство и принцип функционирования обрабатывающего центра QWAZER.
18. Задача. Разработайте фрагмент управляющей программы обработки фаски и закругления на примере конкретной детали.
19. Укажите положительные направления осей координат для токарного фрезерного станка с ЧПУ и обрабатывающего центра.
20. Укажите и охарактеризуйте применение главных осей X, Y, Z и дополнительных осей A и C обрабатывающего центра QWAZER при обработке деталей.
21. Задача. Разработайте фрагмент управляющей программы, обеспечивающей обработку детали по линейной интерполяции.
22. Что такое нуль детали, нуль программы, как и кто его выбирает? Что представляет собой сдвиг нуля станка, кто, как его сдвигает и зачем?
23. Изложите методику программирования круговой интерполяции
24. Задача. Запрограммируйте цикл «Глубокое сверление», выполняемый на токарном станке с ЧПУ и объясните его.
25. Для чего и как устанавливается связь систем координат станка, детали и инструмента?
26. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки на токарном многофункциональном станке TURN 155 шестигранника на цилиндрической поверхности вала.
27. Задача. Запрограммируйте цикл сверления с возвратом в плоскость отвода.
28. Из каких элементов состоит слово и кадр управляющей программы. Что представляет собой формат кадра, для чего он нужен и как он используется при составлении управляющей программы?
29. Устройство и принцип функционирования токарного многофункционального станка с ЧПУ мод. TURN-155.
30. Задача. Составьте фрагмент управляющей программы для реализации цикла нарезания резьбы метчиком.
31. Опишите структуру управляющей программы. Какова последовательность ее составления? Для чего пишут комментарии к УП и как реагирует на комментарии система числового программного управления?
32. Понятия «Главный шпиндель» и «Приводной инструмент» применительно к токарному станку с ЧПУ мод. TURN-155, опишите их технологические возможности.
33. Задача. Разработайте фрагмент управляющей программы реализации цикла развертывания с возвратом в плоскость отвода?
34. Объясните суть модальных и немодальных адресов, абсолютных и инкрементальных размеров. Как их программируют? Как программируют функции подачи и скорости главного движения?
35. Запрограммируйте цикл продольного точения конкретной детали в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK на токарном станке с ЧПУ мод. TURN-155.
36. Задача. Составьте фрагмент управляющей программы для обработки с постоянной скоростью резания и объясните его.

37. Как программируют подготовительные функции (G - функции), назовите основные команды с их использованием и объясните их смысловое содержание.
38. Изложите методику программирования скорости подачи в мм/мин, постоянной скорости резания при обработке торца.
39. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием главного шпинделя станка с ЧПУ мод. TURN-155.
40. Охарактеризуйте вспомогательные функции (M - функции). Раскройте содержание основных команд с их использованием и объясните их смысловое содержание.
41. Как выполнить вызов подпрограммы? Приведите фрагмент управляющей программы.
42. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления с использованием приводного инструмента на станке с ЧПУ мод. TURN-155.
43. Как программируют функцию инструмента, его перемещения в направлении осей X, Y, Z, U, V и W?
44. Опишите правила записи информации в блоках управляющей программы.
45. Задача. Запрограммируйте цикл глубокого сверления приводным инструментом.
46. Раскройте понятия линейной и круговой интерполяции, изложите методику их программирования.
47. Программирование простых видов обработки на обрабатывающем центре QWAZER.
48. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием главного шпинделя.
49. Что такое коррекция режущего инструмента, для чего она применяется и как реализуется при обработке на станках с ЧПУ?
50. Программирование обработки отверстий на обрабатывающем центре QWAZER.
51. Задача. Запрограммируйте цикл осевого сверления глубокого отверстия с использованием приводного инструмента на токарном станке с ЧПУ.
52. Изложите сущность коррекции инструмента по длине и радиусу.
53. Методика сквозного проектирования и программирования обработки деталей с использованием программного продукта WILDFIRE-3. Задача.
54. Задача. Запрограммируйте цикл нарезания цилиндрической резьбы в программном обеспечении WIN NC SINUMERIK.

### **Самостоятельная работа студентов**

Виды самостоятельной работы обучающегося: проработка и конспектирование лекционного материала, обоснование выбора системы координат детали, исходной точки эквидистанты режущего инструмента, расчет координат опорных точек эквидистанты, разработка фрагментов управляющих программ обработки различных поверхностей заготовки. Порядок их выполнения и контроля, дается учебно-методическом обеспечении.

Темы эссе:

- методика использования приводного режущего инструмента при механической обработке деталей на станках с ЧПУ,
- кинематика привода главного вращательного движения приводного режущего инструмента,
- пути снижения суммарного времени холостого хода режущего инструмента,
- повышение производительности механической обработки заготовок на станках с ЧПУ путем анализа возможных траекторий движения режущего инструмента.

Темы СРП:

- разработка наладок и управляющих программ механической обработки наружных поверхностей вращения,
- разработка наладок и управляющих программ механической обработки внутренних поверхностей вращения,

- разработка наладок и управляющих программ механической обработки плоскостей на цилиндрической детали,
- разработка наладок и управляющих программ механической обработки шлицевых поверхностей на цилиндрической детали,
- разработка наладок и управляющих программ механической обработки перпендикулярных отверстий в цилиндрической детали,
- разработка наладок и управляющих программ механической обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси С,
- разработка наладок и управляющих программ механической обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси А,
- разработка наладок и управляющих программ механической обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси В,
- разработка наладок и управляющих программ механической обработки поверхностей с использованием вспомогательной оси В.

### **Учебно-методическое обеспечение СРС и СРП**

Учебно-методическое обеспечение СРС и СРП приводится в методических рекомендациях по выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы программирования станков с ЧПУ».

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература*</b>			
1. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие/Акулович Л.М., Шелег В.К. - М.: ИНФРА-М, Из-дательский Дом, Нов. знание, - 488 с.: 60x90 1/16. - (ВО). - ISBN 978-5-16-009917-0.	2016		Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=46191">http://znanium.com/bookread2.php?book=46191</a> 1
2. Программирование обработки деталей на современных многофункциональных токарных станках с ЧПУ: уч. пос. для вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"; "Автоматизированные технологии и производства" / В.В. Морозов, В.Г. Гусев; Владим. гос. ун-т (ВлГУ). — Владимир: ВлГУ. — 233 с. — ISBN 978-5-89368-979-2.	2009	50	<a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1310/3/00809.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1310/3/00809.pdf</a>
3. Морозов В.В. Программирование обработки деталей на современных фрезерных станках с ЧПУ: уч. пос. для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В.В. Морозов, В.Г. Гусев; Владим. гос. ун-т (ВлГУ). — Владимир: ВлГУ, — 245 с.: ил. — Имеется электронная версия. — Библиогр.: с. 245.- ISBN 978-5-9984-0025-4.	2010	50	<a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2084/3/00710.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2084/3/00710.pdf</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
4. Морозов В.В. Программирование обработки деталей на обрабатывающих центрах: уч. пос. для вузов по направлениям: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" / В.В. Морозов, В.Г. Гусев; Владим. гос. ун— Владимир: ВлГУ, — 365 с.: ил., табл. — Библ.: с. 364-365. ISBN 978-5-9984-0165-7.	2011	50	<a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2965/1/00561.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2965/1/00561.pdf</a>

5. Гусев В.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Программирование обработки деталей на многофункциональных станках с ЧПУ" / В.Г. Гусев; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Владимир: ВлГУ, — 223 с	2009	50	<a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1323/3/00803.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1323/3/00803.pdf</a>
--	------	----	---

### 7.2. Периодические издания:

1. CAD/CAM/CAE Observer: информационно-аналитический PLM-журнал. – Riga: CAD/CAM Media Publishing.
2. Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал. – Москва: Машиностроение.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- <http://delta-grup.ru/bibliot/3/156.htm>  
<http://works.tarefer.ru/82/100144/index.html>  
<http://stroy-technics.ru/article/kompleksnyi-pokazatel-kachestva-mashin>

### Учебно-методические издания

1. Гусев В.Г. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы программирования станков с ЧПУ» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Гусев В.Г.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Гусев В.Г. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы программирования станков с ЧПУ» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Гусев В.Г.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Гусев В.Г. Оценочные средства по дисциплине «Основы программирования станков с ЧПУ» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Гусев В.Г.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=3516>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения лекций, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в аудиториях, оснащенных современным

многофункциональным оборудованием с ЧПУ. Для изучения дисциплины «Основы программирования станков с ЧПУ» используются следующие реальные модели современного оборудования с ЧПУ и другие технические средства:

- многофункциональный токарный станок с ЧПУ модели TURN-155;
- многофункциональный фрезерный станок с ЧПУ модели HAAS;
- обрабатывающий центр Qwazer;
- РС- рабочие места технолога-программиста;
- измерительные инструменты и контрольные устройства;
- мультимедийные средства.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

### **9.1. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **9.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ОВЗ**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видео-техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видео увеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### **9.3. Требования к фонду оценочных средств для лиц с ОВЗ**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные лабораторные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### 9.4. Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- предоставление ответов устно

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Рабочую программу составил д.т.н., проф. каф. ТМБ Тусев В.Т.  
(ФИО, подпись)

Рецензент:

(представитель работодателя) ООО «Конструкторское бюро технологий машиностроения», генеральный директор

Дарсалия Р.Т.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения  
Протокол № 1 от 29.08.2019 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Протокол № 1 от 29.08.2019 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.

(ФИО, подпись)