

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта  
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Едкин А.И.  
Ф.И.О.  
«В.В.Едкий» 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы программирования станков с ЧПУ»**  
(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

Год 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «*Основы программирования станков с ЧПУ*» является подготовка выпускников к производственно-технологической деятельности по изготовлению деталей машин на современном оборудовании с ЧПУ, а именно: выбору систем координат детали, режущего инструмента, разработке траекторий движения режущего инструмента, подготовительных и вспомогательных функций программного обеспечения оборудования с ЧПУ, подготовке к проектно-технологической деятельности, связанной с разработкой цифровых технологий, реализуемых на оборудовании с ЧПУ.

Задачи:

- ознакомить с программным обеспечением WIN NC SINUMERIK, разработанным передовой станкостроительной компанией Siemens (Германии);
- привить практические навыки и знания по обоснованному выбору и переработке рабочих чертежей деталей для обработки на станках с ЧПУ;
- привить практические навыки по выбору системы координат детали;
- привить практические навыки по программированию абсолютных и инкрементальных размеров;
- ознакомить с методикой размерной привязки режущего инструмента к системе координат детали;
- привить практические навыки и знания по разработке управляющих программ для механической обработки деталей машин на современном металлорежущем оборудовании с ЧПУ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «*Основы программирования станков с ЧПУ*» относится к части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 «*Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*» (Б1.В.03).

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны обладать хорошей подготовкой по высшей математике, теории резания металлов, режущему инструменту, технологии машиностроения, металлорежущим станкам, а также на достаточном уровне владеть компьютерными технологиями.

Знания в области высшей математики необходимы обучающимся при изучении дисциплины «*Основы программирования станков с ЧПУ*» для успешного программирования траектории движения режущего инструмента, включающей в себя различные криволинейные пространственные и плоские обрабатываемые поверхности. Формализация траекторий движения инструмента возможна на основе научных положений высшей математики.

Знания фундаментальных положений дисциплин «*Резание материалов*», «*Режущий инструмент*» позволяют четко представлять физические, механические и др. явления, сопутствующие процессу резания металлов, осуществлять обоснованный выбор режущего инструмента с позиции обеспечения требуемой точности и производительности обработки.

Знания устройства и принципов функционирования металлорежущих станков с ЧПУ, их компоновок, рабочих движений, технических характеристик необходимы для обоснованного выбора модели станка с ЧПУ, используемой для обработки конкретной детали, что в значительной степени определяет эффективность процесса обработки в целом. Научные положения по технологии машиностроения являются основой для построения высокоэффективной технологии обработки заготовок: назначения оптимальных режимов резания, выбора геометрии режущего инструмента, последовательности выполняемых переходов и т. д.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3. Способен разрабатывать технологии и программы изготовления сложных корпусных деталей на станках с ЧПУ	<p>ПК-3.1. Знает типовые технологии и программы изготовления сложных корпусных деталей на станках с ЧПУ.</p> <p>ПК-3.2. Умеет анализировать технические требования, предъявляемые к сложным корпусным деталям.</p> <p>ПК-3.3. Умеет оформлять технологическую документацию на разработанную технологическую операцию.</p> <p>ПК-3.4. Умеет определять последовательность обработки поверхностей заготовок сложных корпусных деталей.</p> <p>ПК-3.5. Умеет выбирать схемы установки и приспособления для установки заготовок сложных корпусных деталей.</p> <p>ПК-3.6. Умеет рассчитывать припуски, определять межпереходные размеры и устанавливать режимы обработки.</p> <p>ПК-3.7. Владеет навыками выбора оптимальной схемы построения операций</p>	<p>Знает: методику переработки рабочих чертежей деталей, подлежащих обработке на современном оборудовании с числовым программным управлением; последовательность обработки поверхностей в различных типах производства и методику разработки управляющих программ механической обработки деталей.</p> <p>Умеет: выполнять входной технологический контроль деталей, анализировать технические требования, предъявляемые к корпусным деталям, назначать схемы базирования, закрепления заготовок в станочное приспособление, выполнять технологические переходы, оформлять технологическую документацию на операции механической обработки на оборудовании с ЧПУ.</p> <p>Умеет рассчитывать межпереходные и общие припуски на обработку, межпереходные размеры заготовки и назначать режимы резания.</p> <p>Владеет: выбором рациональной схемы построения операций механической обработки поверхностей на станках с ЧПУ, практическими навыками разработки</p>	<p>Отчет по проектной самостоятельной работе, содержащей разработку маршрутной технологии обработки детали, обоснование выбора системы координат детали, эквидистанты движения режущего инструмента, расчет координат опорных ее точек, обоснование подготовительных и вспомогательных функций систем ЧПУ</p>

	<p>на станках с ЧПУ фрезерно-расточной группы.</p> <p>ПК-3.8. Владеет навыками разработки управляющих программ изготовления сложных корпусных деталей.</p> <p>ПК-3.9. Владеет навыками отработки на технологичность конструктивные элементов сложных корпусных деталей при обработке на станках с ЧПУ фрезерно-расточной группы.</p>	<p>управляющих программ изготовления сложных корпусных деталей, а также отработки их конструкций на технологичность.</p>	
<p>ПК-4. Способен разрабатывать технологии и программы изготовления сложных деталей типа тел вращения на станках с ЧПУ</p>	<p>ПК-4.1. Знает технологии и программы изготовления сложных деталей типа тел вращения на станках с ЧПУ.</p> <p>ПК-4.2. Умеет анализировать технические требования, предъявляемые к сложным деталям типа тел вращения</p> <p>ПК-4.3. Умеет определять последовательность обработки поверхностей заготовок сложных деталей типа тел вращения.</p> <p>ПК-4.4. Умеет выбирать схемы установки и приспособления для установки заготовок сложных деталей типа тел вращения.</p> <p>ПК-4.5. Умеет оформлять технологическую документацию на разработанную технологическую операцию.</p> <p>ПК-4.6. Умеет рассчитывать припуски, определять</p>	<p>Знает: методику разработки технологии механической обработки сложных деталей типа тел вращения на станках с ЧПУ и разработки управляющих программ.</p> <p>Умеет: анализировать технические требования, предъявляемые к сложным деталям типа тел вращения, а также выполнять входной технологический контроль; определять последовательность обработки поверхностей сложных деталей типа тел вращения; назначать схемы базирования и установки заготовок в станочное приспособления; оформлять технологическую документацию на операции механической обработки сложных деталей типа тел вращения; рассчитывать припуски, определять межпереходные размеры заготовки и назначать режимы резания.</p> <p>Владеет: практическими навыками разработки рабочих управляющих программ изготовления сложных деталей типа тел</p>	

	<p>межпереходные размеры и устанавливать режимы обработки.</p> <p>ПК-4.7. Владеет навыками разработки управляющих программ изготовления сложных деталей типа тел вращения.</p> <p>ПК-4.8. Владеет навыками выбора оптимальной схемы построения операций на станках с ЧПУ токарной группы.</p> <p>ПК-4.9. Владеет навыками отработки на технологичность конструктивных элементов сложных деталей типа тел вращения при обработке на станках с ЧПУ токарной группы.</p>	<p>вращения, выбора рациональной схемы построения операций на станках с ЧПУ токарной группы, навыками отработки на технологичность конструктивных элементов сложных деталей типа тел вращения при обработке на станках с ЧПУ токарной группы.</p>	
--	---	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа

##### 4.1. Тематический план (форма обучения – очная)

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической	СРП		
<b>1.</b>	<b>Устройство и принцип работы станков с ЧПУ. Основные системы координат в станках с ЧПУ</b>	<b>5</b>	<b>1-4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>24</b>	<b>Рейтинг контроль № 1</b>
1.1.	Введение. Цель и задачи дисциплины. Устройство и функционирование токарного и фрезерного станка с ЧПУ.	5	1	1	-	1		1	8	
1.2.	Системы координат в станках с ЧПУ. Программирование подготовительных и вспомогательных функций.	5	2-4	3	-	3		1	16	
<b>2.</b>	<b>Программирование обработки наружных поверхностей деталей с главного шпинделя.</b>	<b>5</b>	<b>5-14</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>Рейтинг контроль № 2</b>
2.1.	Программирование обработки наружных поверхностей деталей с главного шпинделя.	5	5-9	5	-	5		2	24	
2.2.	Программирование токарной обработки внутренних поверхностей вращения с главного шпинделя.	5	10-14	5	-	5		2	12	
<b>3.</b>	<b>Программирование механической обработки деталей с использованием шпинделя приводного режущего инструмента.</b>	<b>5</b>	<b>15-18</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>Рейтинг контроль № 3, отчет по СРП</b>
3.1.	Программирование механической обработки радиальных и осевых отверстий с использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.	5	15-17	3	-	3		2	6	
3.2.	Программирование обработки плоскостей, пазов и др. поверхностей деталей с	5	18	1	-	1		1	6	

	использованием оси С и программного обеспечения WIN NC SINUMERIK.								
Всего за 5-й семестр:		18	18	-	18		9	72	Экзамен (27 часов)
Наличие в дисциплине КП/КР	-	-	-	-	-			-	-
Итого по дисциплине			18	-	18		9	72	Экзамен (27 часов)

#### 4.2. 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 дополнительные оси 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.

### **4.3. 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 С.
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 С.

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

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **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 21ТВ.
3. Приведите фрагмент программы для цикла контурного точения в программном обеспечении Win NC FANUC 21ТВ 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.

## **5.2 Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **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 ноль программы? Выполните эту процедуру на конкретном примере.
6. Задача. Запрограммируйте цикл контурного точения в программном обеспечении WIN NC FANUC 21ТВ.
7. Сформулируйте и раскройте смысловое содержание терминов: «Нулевая точка станка», «Плавающий ноль», «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.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося**

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 в 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.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Наличие в электронном каталоге ЭБС	
Основная литература*			
1. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие/Акулович Л.М., Шелег В.К. - М.: ИНФРА-М, Издательский Дом, Нов. знание, - 488 с.: 60х90 1/16. - (ВО). - ISBN 978-5-16-009917-0.	2016	<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=461911">http://znanium.com/bookread2.php?book=461911</a>	
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	<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	<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>	
Дополнительная литература			
1. 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	<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>	
2. 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	<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>	

### 6.2. 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.

### 6.3. 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, 2021. - 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, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Гусев В.Г. Оценочные материалы 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, 2021. - 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 Образовательная программа 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=158>

## **7. 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;
- PC- рабочие места технолога-программиста;
- измерительные инструменты и контрольные устройства;
- мультимедийные средства.

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

### 8.1. 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.

### 8.2. 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.

### 8.3. 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 экзамену, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные	Преимущественно дистанционными методами

двигательного аппарата	лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к экзамену	
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к экзамену, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **8.4. 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;
- представление 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., профессор Русев В.Г.  
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
Главный инженер ООО «ТАГ-Инжиниринг»

Богатырев Н.В.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения  
Протокол № 1 от 31.08.2021 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 31.08.2021 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.  
(ФИО, подпись)