

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.16  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СИСТЕМЫ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ**  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
15.03.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

направленность (профиль)  
ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Форма обучения: заочная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	9	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	8	<b>8</b>
Лабораторные		
Практические	4	<b>4</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	12,25	<b>12,25</b>
Самостоятельная работа	128	<b>128</b>
Контроль	3,75	<b>3,75</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

Рабочую программу составил:

Доцент, к.т.н., Левашкин Д.Г

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО и учебного плана направления подготовки магистра 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «21» декабря 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

---

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студента компетенций о современных системах числового программного управления (ЧПУ) технологическим оборудованием и станочными комплексами автоматизированного производства

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Технология конструкционных материалов»; «Технология машиностроения»; «Металлорежущие станки»

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: подготовка и защита выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
- способность разрабатывать документацию (графики, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы, средства и системы технологического оснащения машиностроительных производств) отчетности по установленным формам, документацию, регламентирующую качество выпускаемой продукции, а также находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при краткосрочном, так и при долгосрочном планировании (ПК-9);	-	<p>Знать: методы разработки документации (графики, инструкции, планы, заявки на материалы, средства и системы технологического оснащения машиностроительных производств) отчетности по установленным формам, документацию, регламентирующую качество выпускаемой продукции, а также поиска компромисса между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при краткосрочном, так и при долгосрочном планировании</p> <p>Уметь: системно осуществлять выбор и создание документации (графики, инструкции, планы, заявки на материалы, средства и системы технологического оснащения машиностроительных производств) отчетности по установленным формам, документацию, регламентирующую качество выпускаемой продукции, а также поиска компромисса между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при</p>

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
		<p>краткосрочном, так и при долгосрочном планировании</p> <p>Владеть: методами проектирования и разработки управляющих программ оборудования для реализации технологий автоматизированной обработки деталей, применения автоматизированной оснастки и инструментального оснащения станков с ЧПУ с использованием документации (графики, инструкции, планы, заявки на материалы, средства и системы технологического оснащения машиностроительных производств) отчётности по установленным формам, документации, регламентирующую качество выпускаемой продукции, а также поиска компромисса между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при краткосрочном, так и при долгосрочном планировании</p>
<p>- способность выполнять работы по настройке и регламентному эксплуатационному обслуживанию средств и систем машиностроительных производств (ПК-21);</p>	<p>-</p>	<p>Знать: методы синтеза управляющих программ обработки деталей с применением станков с ЧПУ</p> <p>Уметь: системно осуществлять выбор и создание высокопроизводительных и экономически оправданных инженерных решений применительно к процессам автоматизированной обработки деталей на станках с ЧПУ в условиях автоматизированного производства</p> <p>Владеть: методами проектирования и разработки управляющих программ автоматизированного оборудования для реализации технологий автоматизированной обработки деталей, применения автоматизированной оснастки и инструментального оснащения станков с ЧПУ</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер- актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
1. Введение	Лек 1	Обоснование применения программного управления современным оборудованием	9	1	-		Реферат
	ПрЗ 1	Расчет элементов контура детали при разработке управляющих программ	9	1	-		Отчет выполнения Практической работы №1
2. Методические основы числового программного управления станками	Лек 2	2.1. Классификация устройств ЧПУ	9		-	-	Реферат
	ЛабЗ 1	2.2. Выбор элементов контура детали при разработке управляющих программ	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №1
	Лек 3	3.1. Структура систем ЧПУ по назначению, типу обрабатываемых изделий, количеству потоков управления	9	1	-	-	Реферат
	ПрЗ 2	3.2. Расчет элементов траектории инструмента при разработке управляющих программ	9		-	-	Отчет выполнения Практической работы №2
3. Особенности расчета траекторий инструмента в процессе обработки на станках с ЧПУ	Лек 4	4.1. Представление траектории обработки инструмента по контуру детали	9		-	-	Реферат
	ЛабЗ 2	4.2. Выбор элементов траектории инструмента при разработке управляющих программ	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №2

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интер- актив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
4. Разработка, отладка и корректирование управляющих программ	Лек 5	5.1. Расчет элементов траектории инструмента при разработке управляющих программ	9	1	-	-	Реферат
	Пр3 3	5.1. Методика отработки управляющих программ	9	1	-	-	Отчет выполнения Практической работы №3
	Лек 6	6.1. Отладка и корректирование управляющих программ станков с ЧПУ	9		-	-	Реферат
	Лаб3 3	6.2. Отработка управляющих программ	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №3
	Лек 7	7.1. Методика отработки управляющих программ в системах ЧПУ, обработка текста управляющей программы постпроцессором	9	1	-	-	Реферат
	Пр3 4	7.2. Программное ориентирование узлов станка с ЧПУ	9		-		Отчет выполнения Практической работы №4
5. Управление оборудованием с программным управлением	Лек 8	8.1 Компилирование управляющих программ на примере систем ЧПУ Flex NC	9		-	-	Реферат
	Лаб3 4	8.2. Программное ориентирование узлов станка с ЧПУ	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №4
	Лек 9	9.1. Геометрическая задача управления позиционирования в системах ЧПУ	9	1	-	-	Реферат
	Пр3 5	9.2. Программирование управляющих программ в системе PCNC (Flex NC)	9	1	-	-	Отчет выполнения Практической работы №5
	Лек 10	10.1. Логическая задача управления в системах ЧПУ	9		-	-	Реферат
	Лаб3 5	10.2. Программирование управляющих программ в системе PCNC (Flex NC)	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №5

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интер- актив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
6. Программируемые контроллеры систем ЧПУ	Лек 11	11.1. Программируемые контроллеры систем ЧПУ промышленного типа.	9	1	-	-	Реферат
	Пр3 6	11.2. Разработка расчетно-технологической карты на основе управляющей программы ЧПУ	9		-	-	Отчет выполнения Практической работы №6
7. Инженерно-технологическое обеспечение программной обработки деталей на станках с ЧПУ	Лек 12	12.1. Системы типа PCNC	9		-	-	Реферат
	Лаб3 6	12.2. Разработка расчетно-технологической карты на основе управляющей программы ЧПУ	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №6
	Лек 13	13.1. Основные аспекты программной обработки деталей на станках с ЧПУ.	9	1	-	-	Реферат
	Пр3 7	13.2. Разработка расчетно-технологической карты на основе управляющей программы ЧПУ	9		-	-	Отчет выполнения Практической работы №7
	Пр3 8	13.3. Разработка расчетно-технологической карты на основе управляющей программы ЧПУ	9	1	-	-	Отчет выполнения Практической работы №8
	Лек 14	14.1. Инженерно-технологическое обеспечение автоматизированного производства деталей с применением станков ЧПУ	9	1	-	-	Реферат
	Лаб3 7	14.2. Разработка расчетно-технологической карты на основе управляющей программы ЧПУ	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №7

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер- актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 15	15.1. Программирования механической обработки на станках ЧПУ. Примеры обработки деталей типа "тела вращения",	9	1	-	-	Реферат
	Лаб3 8	15.2. Разработка расчетно-технологической карты на основе управляющей программы ЧПУ	9		-	-	Отчет выполнения Лабораторной работы №8
Заключение	Лек 16	16.1. Обобщение содержания изложенного курса	9	1	-	-	Реферат
Промежуточн ая аттестация	ПА		9	0,25	-	-	
Самостоятель ная работа	СР		9	128,0	-	-	
Контроль	К		9	3,75	-	-	
<b>Итого:</b>				<b>144</b>	-		

**Схема расчета итогового балла.**  $ИБ = 0,5(Б1) - 0,5(Б2)$ ,

где, Б1 - суммарное количество баллов набранное студентом в данном учебном семестре,

Б2 - количество баллов набранное студентом по результатам прохождения итогового теста в данном учебном семестре.



## 5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используется дистанционная технология изучения курса посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет.

Теоретическая подготовка студентов опирается на самостоятельное изучение электронного учебника и рекомендованной учебной литературы, которые позволяют получить систематизированные знания, акцентируют внимание на наиболее сложных и ключевых темах.

Для углубления и закрепления полученных знаний предусмотрены занятия в форме вебинара. Вебинар – форма проведения занятия через Интернет. Вовремя вебинара преподаватель и студенты находятся каждый у своего компьютера, связь между ними поддерживается посредством образовательной среды университета. При проведении вебинара преподаватель с использованием слайдов и актуального комментирования, раскрывает наиболее сложные вопросы учебного курса. В ходе вебинара студенты могут задавать вопросы и получать на них ответы в режиме реального времени.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

К особенностям обучения дисциплине можно отнести постоянное взаимодействие между студентами и преподавателям, а также максимальную приближенность материала к профессиональной деятельности, что выражается в моделировании профессиональных ситуаций.

Подготовка к занятиям заключается в работе с конспектом лекций по данной теме, в изучении соответствующего раздела учебника или учебно-методического пособия, в просмотре дополнительной литературы. Лабораторная и практическая работа выполняются в аудитории. Отчет по выполненной работе подготавливается и заполняется студентом самостоятельно.

При реализации учебных курсов дисциплины используются следующие технологии:

**Раздел «Методические основы числового программного управления станками»** - технология традиционного обучения. Предполагает традиционную последовательность изучения материала: представление и объяснение материала преподавателем;

**Раздел «Особенности расчета траекторий инструмента в процессе обработке на станках с ЧПУ»** - технология традиционного обучения. Предполагает традиционную последовательность изучения материала: представление и объяснение материала преподавателем; выполнение практических работ в группе, затем - индивидуально. Форма текущего контроля прак. работа №1, лаб. работа № 1

**Раздел «Разработка, отладка и корректирование управляющих программ»** - технология развития критического мышления. Предполагает организацию учебного процесса, при котором студенты проверяют, анализируют информацию с целью развития умений и навыков. Методы обучения включают в себя: решение расчетно-конструкторских задач. Форма текущего контроля прак. работа №2, лаб. работа № 2

**Раздел «Управление оборудованием с программным управлением»** - технология развития критического мышления. Предполагает организацию учебного процесса, при котором студенты проверяют, анализируют информацию с целью развития умений и навыков. Методы обучения включают в себя: решение расчетно-конструкторских задач. Форма текущего контроля прак. работа №3, лаб. работа № 3

**Раздел «Программируемые контроллеры систем ЧПУ»** - технология развития критического мышления. Предполагает организацию учебного процесса, при котором

студенты проверяют, анализируют информацию с целью развития умений и навыков. Методы обучения включают в себя: решение расчетно-конструкторских задач. Форма текущего контроля прак. работа №4, лаб. работа № 4

**Раздел «Инженерно-технологическое обеспечение программной обработки деталей на станках с ЧПУ.»** - технология развития критического мышления. Предполагает организацию учебного процесса, при котором студенты проверяют, анализируют информацию с целью развития умений и навыков. Методы обучения включают в себя: решение расчетно-конструкторских задач. Форма текущего контроля прак. работа №5-8, лаб. работа № 5-8.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
9	ПК-9	Реферат, темы № 1-13 Отчет по практической работе № 1 – 4. Отчет по лабораторной работе № 1 - 4 Тестовые задания №1-100 Вопросы к зачету №1- 20
9	ПК-21	Реферат, темы № 8-14 Отчет по практической работе № 5 – 8. Отчет по лабораторной работе № 5 – 8 Тестовые задания №1-100 Вопросы к зачету №21- 42

## **7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля**

### **7.2.1. Тематика рефератов**

- Тема 1.** Задание перемещений в абсолютной системе координат
- Тема 2.** Задание перемещений в относительной системе координат
- Тема 3.** Способы установки инструмента в заданную позицию
- Тема 4.** Порядок отработки режима движения от электронного маховика
- Тема 5.** Назначение режима привязки инструмента
- Тема 6.** Способы включения корректора инструмента
- Тема 7.** Способы установки припусков по осям
- Тема 8.** Выбор способа отображения траектории движения инструмента
- Тема 9.** Назначение автоматического режима управления работой станка
- Тема 10.** Порядок отработки программы в автоматическом режиме
- Тема 11.** Выбор режима покадровой отработки программы
- Тема 12.** Запуск отработки программы с произвольного кадра
- Тема 13.** Порядок отработки режима технологический останов
- Тема 14.** Порядок отработки режима программного пропуска кадров
- Тема 15.** Способы изменения скорости быстрых перемещений
- Тема 16.** Отработка режима процентного изменения значения рабочей подачи
- Тема 17.** Порядок отработки режима процентного изменения скорости вращения шпинделя
- Тема 18.** Способы отображения ошибок в работе станка
- Тема 19.** Пути устранения ошибок в работе станка
- Тема 20.** Диагностика параметров работы станка при помощи ЧПУ
- Тема 21.** Контроль параметров обработки детали при помощи ЧПУ
- Тема 22.** Синтез маршрутов обработки поверхностей
- Тема 23.** Каковы отличия кинематической схемы станков с ручным управлением и станков с ЧПУ
- Тема 24.** Синтез маршрута обработки детали
- Тема 25.** Синтез состава и структуры операций
- Тема 26.** Доработка технологического процесса и оформление документации
- Тема 27.** Перечислите основные движения, которые обеспечиваются кинематической схемой станка
- Тема 28.** Обоснуйте необходимость автоматизации кинематики современного станочного привода
- Тема 29.** Приведите недостатки и преимущества следящего привода станка
- Тема 30.** Условие кинематического согласования перемещений шпинделя и суппорта при нарезании резьбы в токарных станках с ЧПУ
- Тема 31.** Составные части и работа привода главного движения станка ЧПУ
- Тема 32.** Структура приводов продольных и поперечных подач станка
- Тема 33.** Функции датчиков обратной связи в следящих приводах подач
- Тема 34.** Методика разработки управляющей программы для станка с ЧПУ на заданную операцию обработки детали

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Тема реферата выбирается преподавателем, в том числе, с учетом тематики магистерской работы студента.

Выбранная тема студентом изложена в соответствии с регламентом выполнения. В рефератах должны быть освещены актуальные вопросы по рассматриваемым темам,

проанализирован современный уровень исследований в рамках тематики на основе отечественных и зарубежных работ в данной области. Реферат необходимо структурировать по следующему содержанию: введение, актуальность, современное состояние рассматриваемого вопроса и перспективные направления его развития, области применения, выводы, список используемых источников. Общий объем реферата не должен превышать 30 страниц машинописного текста. Оформление – лист формат А4, поля: верхнее, нижнее – 2 см, левое – 3, правое – 1,5; шрифт Times New Roman 14 кегель, интервал одинарный; отступ – 1,5 см.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если реферат выполнен в срок, отражена актуальность темы, содержание соответствует теме, материал проработан глубоко, использовано достаточное количество источников по тематике реферата, оформление реферата соответствует стандартам.
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний, или вообще не сдана.

### 7.2.2. Типовые примеры заданий для практических работ

#### Практическая работа № 1: Изучение кинематики токарного станка с ЧПУ

##### 1. Цель: изучить кинематику станка с ЧПУ

##### 2. Алгоритм выполнения задания:

- 2.1. Ознакомиться с кинематической схемой станка с ЧПУ.
- 2.2. Изучить теоретические сведения о настройке кинематической схемы станка с ЧПУ.
- 2.3. Определить диапазон регулирования частот вращения  $n_{min} - n_{max}$  (мин<sup>-1</sup>) привода станка в соответствии с номером варианта задания (табл. 9.1).
- 2.4. Ознакомиться с устройством и назначением устройства ЧПУ станка по методическому руководству и практически, осмотрев станок.
- 2.5. Проверить работоспособность привода станка на холостом ходу.
- 2.6. Включить станок и перевести его управление в режим "Маховичок".
- 2.7. Задать и отработать скорости левого и правого вращения шпинделя из заданного диапазона.
- 2.8. Отработать перемещения суппорта.
- 2.9. Отработать смену позиций revolverной головки станка.
- 2.10. Перевести станок в режим ожидания и выключить станок.
- 2.11. Ответить на вопросы. Подготовить отчет.

Таблица 1.1

**Варианты заданий для выполнения работы**

№ Варианта	Диапазон частот вращения $n_{min} - n_{max}$ (мин <sup>-1</sup> )	№ Варианта	Диапазон частот вращения $n_{min} - n_{max}$ (мин <sup>-1</sup> )
1	20-600	2	85-925
3	25-625	4	90-950
5	30-650	6	95-975
7	35-675	8	100-1000
9	40-700	10	110-1100
11	45-725	12	115-1150
13	50-750	14	120-1175

№ Варианта	Диапазон частот вращения $n_{min} - n_{max}$ (мин <sup>-1</sup> )	№ Варианта	Диапазон частот вращения $n_{min} - n_{max}$ (мин <sup>-1</sup> )
15	55-775	16	125-1200
17	60-800	18	130-1225
19	65-825	20	135-1250
21	70-850	22	140-1300
23	75-875	24	145-1325
25	80-900	26	150-1350

### 3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания Формы для оформления практического задания

Вариант задания № \_\_\_\_\_

Анализ технических характеристик станка с ЧПУ

№ пов.	Вид пов.	Тип	Габариты, мм	Квалитет	Технические требования		Шероховатость, мкм
					расположения	формы	

Таблица 3.

Систематизация характеристик.

Наименование показателя	Характеристики
Технологичность конструкции привода 1	
Технологичность конструкции привода 2	
....	
Технологичность конструкции привода N	
Технологичность метода обработки детали	
Технологичность базирования и закрепления детали	
Технологичность установки инструмента 1	
Технологичность установки инструмента 2	
...	
Технологичность установки инструмента T	

**Вывод:....**

**Практическая работа № 2** Основные принципы разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

**1.Цель занятия:** Освоить основные принципы разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

**2. Алгоритм выполнения практического задания**

2.1. Ознакомится с кинематической схемой станка с ЧПУ.

2.2. Изучить теоретические сведения о настройке кинематической схемы станка с ЧПУ.

2.3. Изучить основные этапы построения программ для токарных операций.

2.4. Изучить программируемые элементы движения инструмента при отработке токарных операций ЧПУ.

2.5. Научиться определять координаты опорных точек движения для различных типов режущего инструмента токарных операций.

2.6.. Изучить формат управляющих программ ЧПУ.

2.7. Разработать управляющую программу согласно выданному заданию(Таблица 9.2)

2.8. Отработать перемещения суппорта.

2.9. Отработать смену позиций револьверной головки станка.

2.10 Перевести станок в режим ожидания и выключить станок.

2.11 Ответить на вопросы. Подготовить отчет.

Таблица 2.1

Материал заготовки					
	Наименование	Марка	$\sigma_{\text{в}}$ МПа	НВ, МПа	ГОСТ
1	Сплав алюминиевый	АД31	250		4784-74
2	Сталь	10Г2	430		19281-73
3		А30Г	540		1414-75
4		ШХ15	630		801-78
5		40ХН	980		4543-71
6	Чугун	СЧ15		160	1412-85
7		СЧ25		190	
8		ВЧ45		210	7293-85
9	Медь	М1	200		859-78
0	Бронза безоловянная	БрА9Ж4	390		493-79
Профиль обрабатываемой детали					
1			3		
2			4		

Размеры обрабатываемой детали							
	$D$	$R$	$r$	$L$	$l$	$a$	$\varphi^\circ$
1	40	10	5	40	15	2,5	10
2		12	6	45		3,0	
3		16	8	50		4,0	
4		18	9	55	20	4,5	12
5	50	20	10	60		5,0	
6		22	11	65		5,5	15
7		24	12	70	25	6,0	
8		26	13	75		6,5	18
9		28	14	80		7,0	
0		30	15	85		7,5	20

### 3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания

#### Формы для оформления практического задания

Вариант задания № \_\_\_\_\_

Таблица 1.

Выбор заготовки.

Метод получения заготовки	Стоимость заготовки
1 вариант	
2 вариант	

Таблица 2.

Проектирование заготовки.

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм	Допуск, мм

Таблица 3.

Технологические переходы.

№	Квалитет	Шероховатость, мкм	Допуски формы и расположения	Переходы

Таблица 4.

Технологический маршрут.

№ опер.	Оборуд.	Квалитет	Шероховатость	Содержание



## Программный код

--

**Вывод:....**

**Процедура оценивания**

Проверка соответствия результатов практической работы ожидаемому результату в соответствии с критериями оценки.

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практические работы выполнены в полном объеме в соответствии с заданием, не содержит серьезных ошибок и отклонений;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практические работы выполнены не в полном объеме, не соответствует заданию, содержит серьезные ошибки и отклонения.

**7.2.3. Типовые задания для выполнения лабораторных работ**

**Протокол выполнения лабораторной работы № 1** «Экспериментальное определение механической характеристики электроприводов технологического оборудования (на примере токарного станка с ЧПУ)»

Форма отчета:

Цель работы: изучение и экспериментальное построение механической характеристики электропривода технологического оборудования

Объект исследования: электропривод главного движения токарного станка с ЧПУ модели 16Б16Т1С1

Результат работы: Определение функциональной зависимости момента в приводе главного движения от частоты вращения шпинделя станка

Общие сведения о проведении работы

На токарном станке с ЧПУ для привода главного движения на холостом ходу (без нагрузки) задается диапазон частот вращения шпинделя, об/мин. Подключается диагностическая функция СЧПУ FlexNC и производится запись значений момента в электродвигателе главного движения соответствующего заданной частоте вращения шпинделя.

Определяются средние значения момента, среднеквадратичное отклонение и дисперсия.

Исходные данные, все значения, рассчитанные и записанные с помощью системы ЧПУ, а также построенные графики представляются в формуляре

## Формуляр проведения лабораторной работы № 1

Оборудование:		Токарный станок с ЧПУ мод. 16Б16ПТ1С1							
Исследуемый электропривод		Электропривод главного движения							
		Краткое описание кинематики привода (пояснить каким образом вращательное движение передается на шпиндель станка) Источник: паспорт станка							
Схема электропривода (изобразить схематично)									
Тип электродвигателя	Номинальные характеристики								
Дополнительные (расчетные характеристики)									
Таблица экспериментальных значений									
Исследуемый диапазон частот вращения (подгруппа №___)	Среднее значения момента, <b>Ms</b>	Среднеквадр откл <b>S</b>	Дисперсия, <b>D</b>						
об/мин	Нм	-	-						
	График 1	График 2	График 3						

## Графическое представление результатов исследования



Рис. 1. Результат записи значения момента в приводе главного движения  $M_s$  в системе ЧПУ FlexNC (*график, построенный по записанным значениям в Excel*)

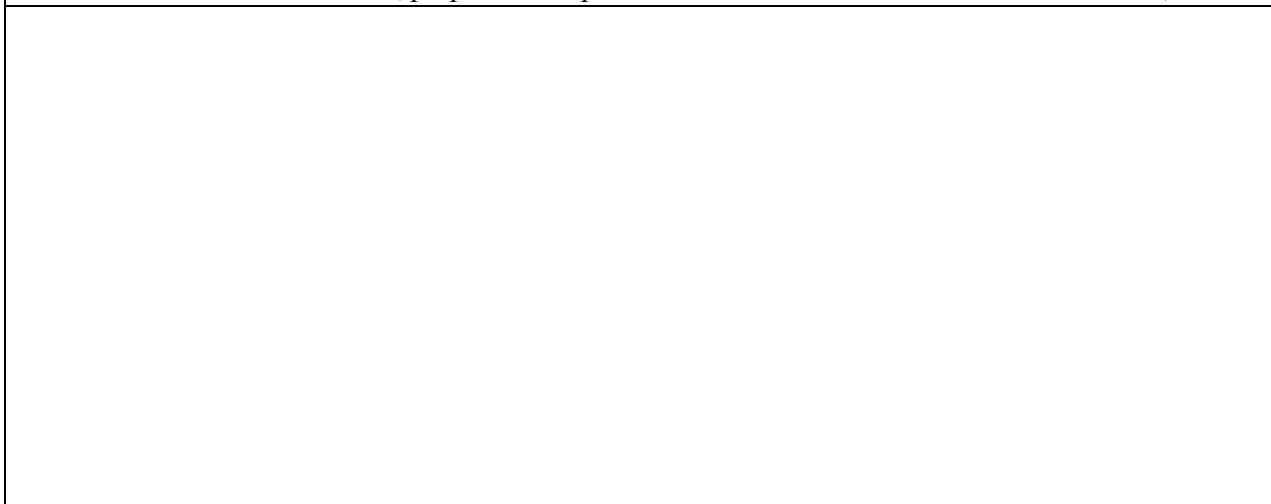


Рис. 2. Зависимость среднего значения момента  $\langle M_s \rangle$  от частоты вращения шпинделя станка  $n$  (*указать координаты и их размерность,  $M_s$ , Нм;  $n$ , об/мин*)



Рис. 3. Зависимость среднеквадратичного отклонения от частоты вращения шпинделя станка

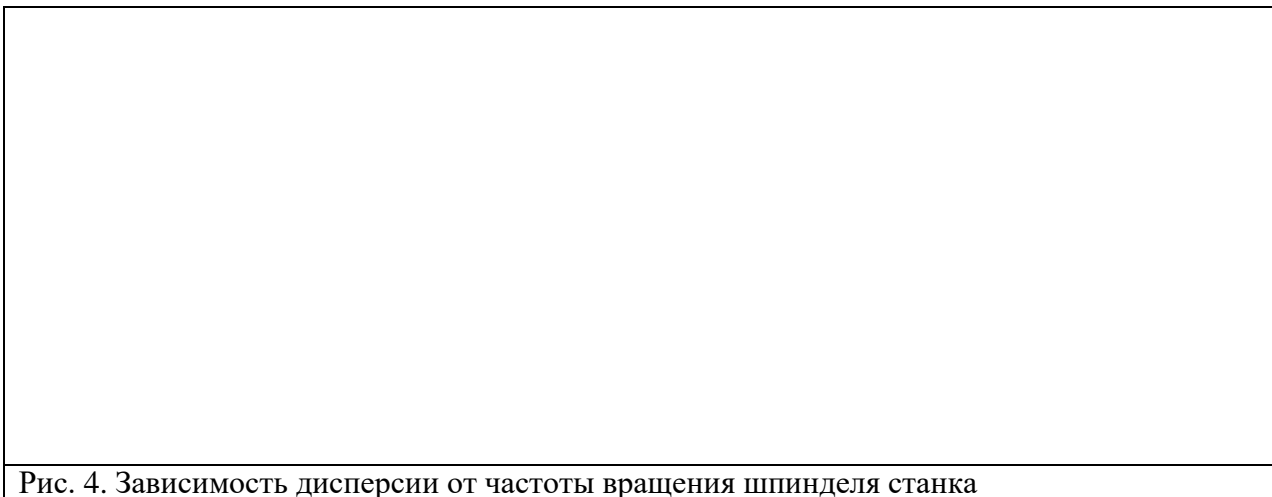


Рис. 4. Зависимость дисперсии от частоты вращения шпинделя станка

Вывод: провести анализ графических изображений и сделать вывод о характере зависимости момента от частоты вращения шпинделя

#### **Примерный перечень теоретических вопросов к защите работы**

1. Понятие механической характеристики электродвигателя
2. Функция сбора данных в системе ЧПУ FlexNC
3. Понятие сервоцикла
4. Момент сопротивления, приведенный к валу двигателя
5. Назначение энкодера для управления электроприводами станков с ЧПУ

Управление пуском привода главного движения с помощью системы ЧПУ FlexNC в ручном режиме.

#### **Протокол выполнения лабораторной работы № 2**

«Экспериментальное определение моментов и сил сопротивления, приведенных к валу электродвигателей приводов главного движения и подач при механической обработке (на примере токарного станка с ЧПУ)»

Цель работы: Экспериментальное определение значений моментов и сил в зоне резания, приведенных к валу электродвигателя (главного движения и подачи)

Объект исследования: электроприводы главного движения и движения подач токарного станка с ЧПУ модели 16Б16Т1С1

Результат работы: Определение функциональной зависимости момента резания и составляющих сил резания, приведенных к валу электродвигателя в приводе главного движения и подач

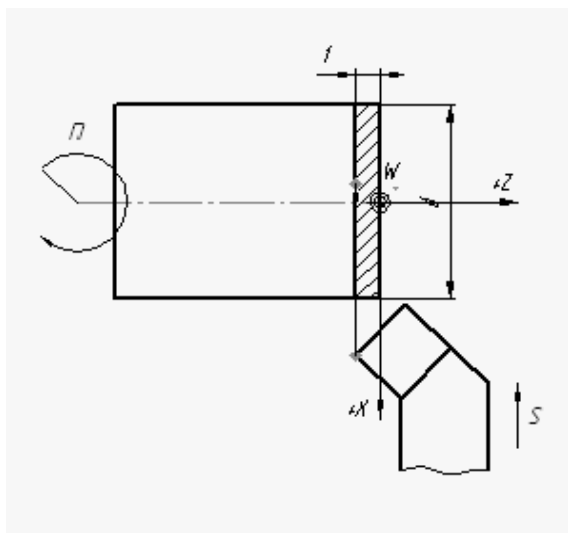


Схема а - торцевание

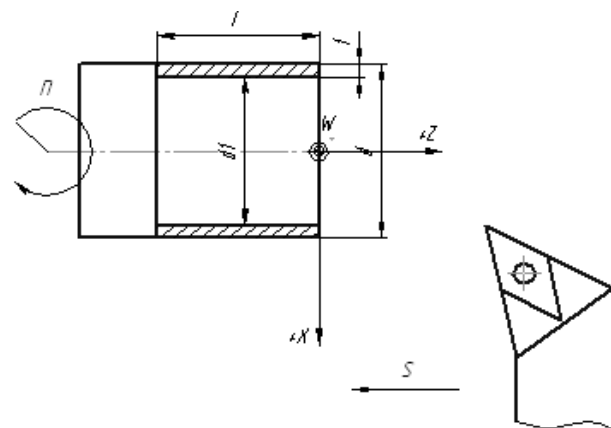


Схема б – продольное точение

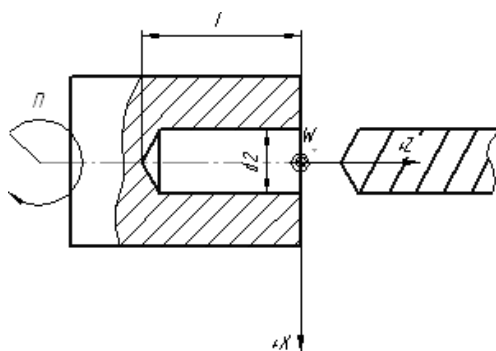


Схема в - сверление

Рис. 1. Схемы механической обработки при исследовании приводов

Для каждой из схем обработки ведется запись с помощью функции СЧПУ значений момента в приводе главного движения и величин тока в приводах подачи в соответствии с таблицей

Схема обработки	Задействованный привод	Записываемые величины		
		Момент в приводе главного движения	Квадратурный ток в приводе по координате X	Квадратурный ток в приводе по координате Z
		$M_s$ , Нм	$I_x$ , А	$I_z$ , А
Схема а (торцевание)	ПГД	+		
	ППХ		+	
Схема б (продольное точение)	ПГД	+		
	ППХ		+	
	ППZ			+
Схема в (сверление)	ПГД	+		
	ППZ			+

ПГД – привод главного движения;  
 ППХ – привод подачи по координате X;  
 ППZ – привод подачи по координате Z

Условная схема расположения приводов станка представлена на рис. 2

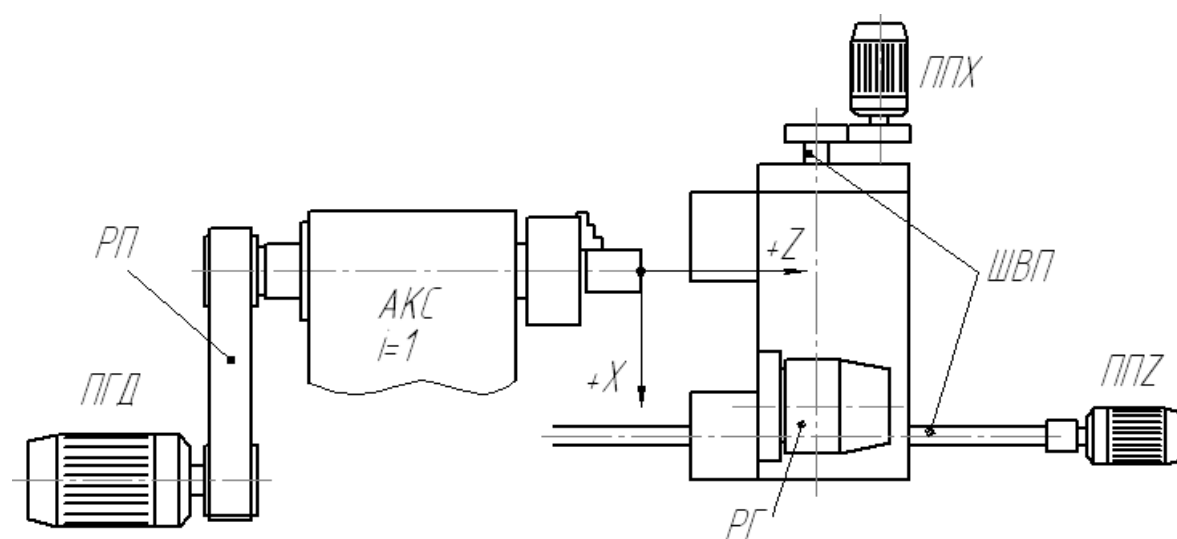


Рис. 2 Компоновка электроприводов токарного станка с ЧПУ 16Б16Т1С1

РП – ременная передача; АКС – коробка скоростей; РГ – револьверная головка; ШВП – шариковинтовая пара

Формуляр проведения лабораторной работы № 2

Модель станка			Подгруппа №			Схема обработка			Марка обрабатываемого материала					
			ТМ 10__ - №__			/вставить эскиз/			Режущий инструмент					
Электроприводы (тип электродвигателя)									Тв. пластина, №					
ПГД		ППХ		ППЗ										
/тип двигателя/		/тип двигателя/		/тип двигателя/										
Номинальные характеристики электродвигателей														
						Диаметр заготовки - ____мм		Подача		S, мм/мин				
Варьируемая переменная		Экспериментальные значения									Расчетные величины (составляющие сил резания)			
Указать какая переменная изменялась (для частоты вращения пересчитать скорость)		Момент $M_S$			Ток $I_X$			Ток $I_Z$			$M_p, \text{Нм}$	$P_x, \text{Н}$	$P_y, \text{Н}$	$P_z, \text{Н}$
		Ср. знач. $\langle M_S \rangle$ , Нм	Дисп. $D_{M_S}$	Ср. кв. откл., $\sigma$	Ср. знач. $\langle I_X \rangle$ , Нм	Дисп. $D$	Ср. кв. откл., $\sigma$	Ср. знач. $\langle I_Z \rangle$ , Нм	Дисп. $D$	Ср. кв. откл., $\sigma$				
н, об/мин	V, м/мин													

### Общие сведения о проведении работы

На токарном станке с ЧПУ производится обработка заготовки по схемам, представленным на рисунке 1. Схема а – торцевание, схема б – продольное точение, схема в – сверление отверстия

После заполнения таблицы построить графические зависимости экспериментальных значений от расчетных в следующем соответствии:

- по средним значениям

1.  $M_s$ ,  $I_x$ ,  $I_z$  – как функция от варьируемой переменной ( $n$ ,  $V$ ,  $s$  или  $t$ )
2.  $M_s$  – как функция от  $M_p$
3.  $I_x$  – как функция от  $P_y$
4.  $I_z$  – как функция от  $P_x$

Аналогичным образом построить зависимости дисперсии и среднего квадратичного отклонения от варьируемой величины и расчетных значений элементов режима резания

**Вывод:** выполнить анализ полученных графических зависимостей и дать пояснения о их характере

### **Примерный перечень теоретических вопросов к защите работы**

1. Уравнение движения электропривода
2. Общая структура электропривода
3. Функция диагностики электроприводов в системе ЧПУ FlexNC. Настройка
4. Вывести формулы для приведения моментов и сил сопротивления к валу двигателя для вращательного (для поступательного) движения исполнительного органа оборудования
5. Вывести формулу для приведения момента инерции к валу двигателя
6. Исполнительные органы производственного механизма. Укажите на примере токарного станка с ЧПУ
7. Что означает S1000; F0.2

### **Процедура оценивания**

Проверка соответствия результатов лабораторной работы ожидаемому результату в соответствии с критериями оценки.

### **Критерии оценки:**



- оценка «зачтено» выставляется студенту, если лабораторные работы выполнены в полном объеме в соответствии с заданием, не содержит серьезных ошибок и отклонений;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если лабораторные работы выполнены не в полном объеме, не соответствует заданию, содержит серьезные ошибки и отклонения.

#### 7.2.4. Типовые варианты тестовых заданий

Задание №1		
Производство считается эффективным с точки зрения автоматизации		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		если оно автоматизировано
2)		если оно компьютеризировано
3)		если оно производительно
4)		если оно экологично

Задание №2		
Как расшифровывается аббревиатура АСУП?		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		Автоматизированная система управления производством
2)		Автоматизированная система управления предприятием
3)		Авторизованный способ удовлетворения просьбы
4)		Автоматизированный способ утилизации продуктов

Задание №3		
Как расшифровывается аббревиатура САПР?		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		Система автоматизированного проектирования
2)		Система автоматизированного производства
3)		Система автоматизации предприятия
4)		Сам придумай решение

Задание №4		
Как расшифровывается аббревиатура CAD?		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		Computer-aided design
2)		Computer-aided desire
3)		Compromise-aided design
4)		Computer-aided product

Задание №5		
Как расшифровывается аббревиатура САМ?		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		Computer-aided manufacturing

2)		Computer-aided acknowledgment
3)		Computer-aided managment
4)		Computer-aided marketing

#### Задание №6

Как расшифровывается аббревиатура CAE?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)		Computer-aided engineering
2)		Computer-aided ensumming
3)		Computer-aided ending
4)		Computer-aided eating

#### Задание №7

Какие системы автоматизации производства из указанных являются аналогами отечественного комплекса программных продуктов САПР/АСУП?

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)		CAD
2)		CAN
3)		CAM
4)		CAS

#### Задание №8

Что лежит в основе процесса системной интеграции предприятия?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)		Реинжиниринг бизнес-процессов
2)		Клининг отходов производства
3)		Повышение производительности труда
4)		Автоматизация отделов делопроизводства

#### Задание №9

На какие категории традиционно делят бизнес-процессы производственных предприятий?

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)		Маркетинг, новые разработки и исследования
2)		Маркетинговые исследования и разработки
3)		Сбыт выпущенных изделий
4)		Процессы управления ресурсами

#### Задание №10

Какой комплекс производства является основным с позиции скорости подготовки предприятия к выпуску новой продукции?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)		Комплекс технических бизнес-процессов
2)		Комплекс АСУП
3)		Комплекс САПР

4)	Комплекс маркетинга новых разработок и исследований
----	---

#### Задание №11

Какой комплекс решений обеспечивает применение комплекта прикладных программных систем CAD/CAM/CAE?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	Реализация проекта от стадии выдачи технического задания до разработки управляющих программ автоматизированного производства
2)	Реализация проекта по утилизации бракованной продукции от этапа забраковки опытной партии товара до забраковки всей партии деталей
3)	Реализация проекта по учету количества забракованных из числа годных деталей
4)	Реализация проекта от стадии закупки программного обеспечения до установки и запуска его на производственных мощностях заказчика

#### Задание №12

К какой категории бизнес-процессов предприятия относят собственно производство?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	Технические бизнес-процессы
2)	Бизнес-процессы общего типа
3)	Бизнес-процессы маркетинга
4)	Бизнес-процессы сбыта

#### Задание №13

Что такое корпоративная СУБД?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	Корпоративная система управления базами данных
2)	Корпоративная система установки баз данных
3)	Корпоративная система утилизации бракованных деталей
4)	Корпоративная схема увода бюджетных денег

#### Задание №14

Какие системы входят в состав корпоративной СУБД?

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)	Корпоративная информационная система
2)	Корпоративная система управления инженерными данными
3)	Корпоративная информационная система управления ресурсами
4)	Корпоративная информационная система управления сбытом

#### Задание №15

К какой информационной системе СУБД относят систему снабжения предприятия?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)	К корпоративной информационной системе
2)	К корпоративной системе технологической подготовки

3)		К корпоративной службе главного инженера
4)		К корпоративной службе главного энергетика

#### Задание №16

Какие факторы развития средств программирования влияют на повышение уровня их применения на производстве?

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

1)		Широкое применение на предприятиях оборудования, оснащенного встроенными ЭВМ
2)		Высокая вычислительная скорость и возможность современных ЭВМ и программных комплексов
3)		Накопленный опыт применения современных ЭВМ и программных комплексов для решения производственных задач
4)		Возможность подключения современных ЭВМ и программных комплексов к сети Интернет

#### Задание №17

Создание единого информационного пространства предприятия предполагает

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)		создание словаря понятий, описывающих производственные объекты и их свойства
2)		создание корпоративных баз данных и управление внутренними потоками информации
3)		создание единого отдела разработки информационных систем и проектирования
4)		переоценку ценностей и постановку новых задач для отдела маркетинга

#### Задание №18

В чем состоит особенность автоматизированного оборудования с числовым программным управлением?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)		Управление оборудованием осуществляется без участия рабочего
2)		Управление оборудованием осуществляется без участия оператора
3)		Управление оборудованием осуществляется с участием рабочего
4)		Управление оборудованием осуществляется с участием оператора

#### Задание №19

В чем заключается конечная цель управления станком с ЧПУ?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1)		Разработка управляющей программы
2)		Запуск оборудования
3)		Наладка оборудования
4)		Обработка заготовки

#### Задание №20

Что называют выводом управляющей программы?

Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		Функционирование УЧПУ, при котором ввод данных в память УЧПУ с программносителя происходит с пульта оператора или от ЭВМ верхнего ранга
2)		Функционирование УЧПУ, при котором происходит вывод хранимой в памяти УЧПУ управляющей программы на носитель данных
3)		Функционирование УЧПУ, при котором в запоминающем устройстве УЧПУ или на программносителе обнаруживается заданный кадр управляющей программы по специальному признаку или по его номеру
4)		Функционирование УЧПУ, при котором управляющую программу изменяет оператор непосредственно у работающего оборудования

**Критерии оценки:** Правильный ответ на один вопрос оценивается в один балл. Количество баллов суммируется. В процессе прохождения курса студент может набрать (max 100 баллов).

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 9

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Перечислите движения, программирование которых обеспечиваются кинематической схемой станка
2.	Какие параметры задаются и программируются при построении программ станков ЧПУ;
3.	Приведите виды движений инструмента, программируемые при точении на станках ЧПУ;
4.	Какие параметры режимов резания необходимы для построения управляющих программ ЧПУ;
5.	Какова структура кадра и строение управляющей программы ЧПУ?
6.	Классификация функции, используемые при управлении станком ЧПУ
7.	Функция отработки ускоренных ходов
8.	Функция отработки линейной интерполяции
9.	Функция отработки круговой интерполяции
10.	Функция отработки выезда узлов станка в заданные координаты станка
11.	Применение коррекции на радиус инструмента при программировании
12.	Выбор и назначение режима абсолютных перемещений
13.	Выбор и назначение режима относительных перемещений
14.	Общая последовательность действий при выполнении цикла черновой обработки детали
15.	Общая последовательность действий при выполнении цикла контурной обработки детали
16.	Использование и организация подпрограмм при управлении станком

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету</b>
17.	Перечислите движения, программирование которых обеспечиваются кинематической схемой станка
18.	Какие параметры задаются и программируются при построении программ станков ЧПУ;
19.	Приведите виды движений инструмента, программируемые при точении на станках ЧПУ;
20.	Какие параметры режимов резания необходимы для построения управляющих программ ЧПУ;
21.	Какова структура кадра и строение управляющей программы ЧПУ?
22.	Функции, используемые при управлении станком ЧПУ
23.	Функция отработки ускоренных ходов
24.	Функция отработки линейной интерполяции
25.	Функция отработки круговой интерполяции
26.	Функция отработки выезда узлов станка в заданные координаты станка
27.	Применение коррекции на радиус инструмента при программировании
28.	Выбор и назначение режима абсолютных перемещений
29.	Выбор и назначение режима относительных перемещений
30.	Общая последовательность действий при выполнении цикла черновой обработки детали
31.	Общая последовательность действий при выполнении цикла контурной обработки детали
32.	Использование и организация подпрограмм при управлении станком
33.	Особенности структуры построения ЧПУ
34.	Назначение основных кнопок панели управления станком
35.	Структура программной оболочки ЧПУ
36.	Назначение программной оболочки ЧПУ
37.	Назначение строки верхнее меню
38.	Назначение строки шаблоны
39.	Назначение окно наблюдения
40.	Назначение строки нижнее меню
41.	Порядок включения станка и системы ЧПУ
42.	Порядок отключения станка и системы ЧПУ
43.	Управление защитным ограждением станка
44.	Управление положением исполнительных узлов станка
45.	Ограничение перемещений узлов программным способом
46.	Порядок отработки режима перемещений на быстром ходу
47.	Порядок отработки режима выезда в опорную точку (в ноль)
48.	Порядок отработки режима управление шпинделем
49.	Порядок установки величины подачи
50.	Порядок отработки режима непрерывных перемещений

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>
----------------	--	--------------------------------

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
9	Зачет	«зачтено»	исчерпывающие ответы на вопросы
		«не зачтено»	неправильные ответы на вопросы

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов	Металлорежущие станки с ЧПУ	учебное пособие	2017	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий	Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ	учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"
3	А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова	Выбор материалов и технологий в машиностроении	учебное пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM.COM"
4	В. В. Клепиков	Основы технологии машиностроения	учебник	2017	ЭБС "ZNANIUM.COM"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Е. С. Сурина	Разработка управляющих программ для системы ЧПУ	Учебное пособие	2011	ЭБС «Лань»
2	Д. Г. Левашкин, А. С. Селиванов, С. А. Мальцев	Управление мехатронными системами распределения и сортировки на базе модульной учебной станции FESTO	Учебное пособие	2016	Репозиторий ТГУ
3	Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов	Руководство оператора системы ЧПУ «Интеграл»: учебно-методическое пособие по работе с токарной группой станков	Учебно-методическое пособие	2011	90



<b>№ п/ п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
4	Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов	Основы программирования станков с ЧПУ токарной группы: учебно- методическое пособие	Учебно-методическое пособие	2011	91

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Google Scholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке. Что не маловажно, рассчитывает индекс цитирования публикаций и позволяет находить статьи, содержащие ссылки на те, что уже найдены.

2. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015 г., срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 727 от 20.07.2016 г., срок действия – бессрочно
3	Компас-3D	Договор 652/2014 от 07.07.2014г., срок действия - бессрочно
4.	Система ЧПУ Flex NC	В составе станочного оборудования (бессрочно)
5.	Siemens Siematic Step 7	В составе станции FESTO (бессрочно)

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для	Экран телевизионный, ширмы, прожектор на штативе. стол преподавательский, стулья преподавательские., Транспарант-перетяжка, системный блок .

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-807)	
2	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет