

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

14.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.13 Основы обработки изделий на станках с числовым программным управлением

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Квалификация выпускника	Бакалавр (бакалавр/магистр/специалист)
Направленность	Технология машиностроения

Курс	4
Семестр	8

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	20	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	30	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	50	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	58	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	8	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Программу составили:

старший преподаватель	МиМ	СОГЛАСОВАНО	И.С. Патерюхин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)		
09.01.2025	протокол №	6
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение «Родина»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.03.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-5 Способен разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ	ПК-5.1 Знает принципы и последовательность проектирования технологических операций изготовления деталей на станках с ЧПУ.	знания: принципов и последовательность проектирования технологических операций изготовления деталей на станках с ЧПУ. умения: навыки:
	ПК-5.2 Оформляет технологическую документацию в соответствии с действующими требованиями.	знания: основных типов технологической документации. умения: оформлять технологическую документацию в соответствии с действующими требованиями. навыки: составления управляющей программы для выполнения технологических операций.

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-5)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-5); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка и сдача государственного экзамена (ПК-5), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-5)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, процедуры самообучения, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: деловая игра, задания, классическая лекция, мини-проекты, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основы обработки изделий на станках с числовым	108	ПК-5

программным управлением		
Лекция. Л1) Станки с ЧПУ. Введение. Виды станков с ЧПУ. Их преимущества по сравнению с универсальным оборудованием.	2	
Лекция. Л2) Конструктивные особенности станков с ЧПУ.	2	
Лекция. Л3) Виды ЧПУ, классификация их архитектурных решений. Основные компоненты систем с ЧПУ.	4	
Лекция. Л4) Основные определения систем ЧПУ станочного оборудования.	2	
Лекция. Л5) Координатные системы станков с ЧПУ и правила их расположения.	2	
Лекция. Л6) Обслуживание станков с ЧПУ и разграничение обязанностей персонала.	2	
Лекция. Л7) Двигатели станков с ЧПУ. Датчики станков с	4	
Лекция. Л8) Особенности режущего инструмента для станков с ЧПУ.	2	
Практическое занятие. П1) Виды ЧПУ, классификация их архитектурных решений. Основные компоненты систем с ЧПУ.	4	
Практическое занятие. П2) Особенности режущего инструмента для станков с ЧПУ.	4	
Практическое занятие. П3) Изучения системы числового программного управления станков с ЧПУ ВШ-028.	4	
Практическое занятие. П4) Изучения системы числового программного управления станков с ЧПУ ВШ-029.	6	
Практическое занятие. П5) Программирование токарного станка ВШ-028 с ЧПУ.	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Освоение теоретического и практического материала.		
Подготовка к зачету.	58	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Основы обработки изделий на станках и числовым программным управлением» включает лекции, практические занятия. Формой промежуточной аттестации является зачет.

Цель практических занятий – закрепить знания, полученные на лекциях, научить студентов самостоятельной работе при выполнении заданий.

При изучении курса дисциплины студент должен постоянно обращаться к программе дисциплины, которая содержит сведения о содержании учебного лекционного материала, темах практических занятий.

Перечень рекомендуемой литературы по дисциплине приведен в данной рабочей программе.

Для достижения хороших результатов работы в аудитории студент должны не только ознакомиться с тематическим планом лекционных занятий, но и готовиться к ним.

Самостоятельная работ – это подготовка к активной работе во время лекций, и особенно практических работ, т.е. более эффективному освоению материала.

Задания к практическим работам сформулированы в виде темы занятия.

В ходе изучения дисциплины возможно получение дополнительных баллов в виде выступлений с докладами, участие в профильных конкурсах, конференциях, олимпиадах.

В процессе изучения курса проводится текущий контроль знаний. Вопросы к проведению контроля и критерии оценивания приведены в разделе 7 рабочей программы.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Программирование операций механообработки деталей машин на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах [Текст] : [учебник по направлениям: "Машиностроение", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" и др.] / [В. А. Тимирязев и др.] ; под ред. В. А. Тимирязева; М-во образования и науки Рос. Федерации, [ФГБОУ ВО: Моск. гос. технол. ун-т "Станкин", "Поволж. гос. технол. ун-т"]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 323 с. ISBN 978-5-8158-1757-9. Экземпляры: всего 34.	34
2.	Кузьмин, Александр Васильевич. Основы программирования систем числового программного управления [Текст] : учебное пособие : [по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. В. Кузьмин, А. Г. Схиртладзе. 2-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 239 с. ISBN 978-5-94178-337-3. Экземпляры: всего 15.	15
3.	Хапов, Павел Викторович. Технологическое оборудование автоматизированных производств [Текст] : лабораторный практикум / П. В. Хапов, В. Д. Щепин; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. - 123 с. ISBN 978-5-8158-0969-7. Экземпляры: всего 49.	49 / https://portal.volgatech.net/books/Хапов_Technologicheskoe_oborudovanie.pdf
4.	Звонцов, И. Ф. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ [Электронный ресурс] / Звонцов И. Ф., Иванов К. М., Серебrenицкий П. П. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 588 с. ISBN 978-5-507-48581-9.	https://e.lanbook.com/book/356159
5.	Александров, А. М. Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ [Электронный ресурс] / Александров А. М., Зубарев	https://e.lanbook.com/book/174961

	Ю. М., Приемышев А. В., Юрьев В. Г. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 264 с. ISBN 978-5-8114-7288-8.	
6.	Балла, О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология [Электронный ресурс] / Балла О. М. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 368 с. ISBN 978-5-507-44191-4.	https://e.lanbook.com/book/214733
7.	Сурина, Е. С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Сурина Е. С. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 268 с. ISBN 978-5-8114-4696-4.	https://e.lanbook.com/book/207008

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	102 (VI)	Жалюзи горизонтальные 3,33м2 (1), Комплекс электроискровой (1), Рабочее место (стол 2040.х1500, тумба встроенная 400х750)139ауд. (1), Рабочее место (стол,тумба встроен.подставкапод с/б)329ауд. (1), Токарный п/автомат с ЧПУ ТПК-125Т (1), Токарный п/автомат ТПК-125 (1), Тумба инструментальная (2), Тумба-подставка для станка (1), Шкаф раздевательный двухсекционный (4), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, IMSVerify, CAMWorks 5 Axis Mill, Turning, Wire EDM & DFM Pro, SWR-Технология Education Edition, SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS, Autodesk Inventor Professional, КОМПАС-3D V19
2.	106 (VI)	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ VM-3 в комплекте (1), Глубиномер ГМ 100 (1), Глубиномер индикаторный ГИ 100 (1), Головка измерительная рычажно-зубчатая 2 ИГ (1), Державка S10R-SDUCR07 (1), Державка S16R-SCLCR09 (1), Державка S20R-SGUCR11 (1),	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio

		<p> Державка SDJCR2525M11 (1), Индикатор рычажно-зубчатый ИРТ (1), Контейнер для мусора с крышкой (3), Ленточнопильный станок JET MBS-1221DAS (1), Линейка ЛД-200 кл.1 (1), Линейка ЛТ-200 кл.1 (1), Меры плоского угла,набор №1,класс точности 1 (1), Набор КМД №3 (1), Набор наконечников к индикаторам 22шт. (1), Набор принадлежностей к концевым мерам длины (1), Нутромер индикаторный высокоточный ,диапазон измерений 100-160 мм (1), Нутромер индикаторный высокоточный ,диапазон измерений 35-50 мм (1), Нутромер индикаторный высокоточный ,диапазон измерений 50-100 мм (1), Оправка 266RKF-20-22 (1), Плита чугунная 1600x1000 р/ш (1), Проволочно-вырезной электроэрозионный станок ВА24 с комплектом оснастки (1), Промышленный пылесос RUWAC DS1400L (1), Промышленный сварочный аппарат MATRIX 2200 AC/DC (1), Световое табло 1600x550 мм (1), Сейф/шкаф (1), Симулятор системы ЧПУ для эрозионных проволочно-вырезных станков (2), Скоба рычажная СР 25 (1), Скоба рычажная СР 50 (1), СТАНОК МЕТАЛЛОРЕЖ (1), СТАНОК СФ-676 (1), Табурет для мастерских (3), Тележка инструментальная открытая (3), Токарно-револьверный центр с ЧПУ мод. ST-10 в комплекте (1), Токарный станок с ЧПУ TL-2 (1), ТРАНСФОРМАТОР ТБС-2 ТД-500 (1), Тумба инструментальная (1), Угломер оптический с круговой шкалой 2 минуты (1), Угломер с нониусом 4 УМ (1), Шаблон радиусный №1 (1), Шаблон радиусный №2 (1), Шаблон резьбовой Д55 (1), Шкаф для оснастки (8 полок.5 ящиков) (2), Шкаф инструментальный (5), Шкаф раздевальный двухсекционный (22), </p>	<p> Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, IMSVerify, CAMWorks 5 Axis Mill, Turning, Wire EDM & DFM Pro, SWR-Технология Education Edition, SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS, Autodesk Inventor Professional, КОМПАС-3D V19 </p>
--	--	--	--

		Штангенрейсмасс электронный, диапазон измерений 0-300 (1), Штангенциркуль стрелочный ШЦК, диапазон измерений 0-300 мм (1), Штангенциркуль электронный ШЦЦ -П300-0,01 губки 90 мм (1), Штатив ШМ-ПН (1), Штатив ШМ- III (1), Электродпечь камерная СНО 3 6210-25Квт (1), Комплект учебной мебели (1)	
3.	209 (VI)	Доска аудиторная трехстворчатая (1), Крепление для м/м проектора универсальное (штанга 610-930 мм) (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4+спец.монит 19" (12), Проектор BENQ MW529 (1), Сейф/шкаф (2), Сет.карта D-Link DES-1024D+Switch (1), Стенд информационный 1100x1200x20 (1), Экран настенный рулонный 200x200 см (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, IMSVerify, CAMWorks 5 Axis Mill, Turning, Wire EDM & DFM Pro, SWR-Технология Education Edition, SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS, Autodesk Inventor Professional, КОМПАС- 3D V19

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Итоговое тестирование

Вариант №0

1. Условная запись структуры и расположения слов в кадре УП с максимальным числом слов, называют ...

- А) Формат кадра УП (формат кадра) Б) Главный кадр
В) Кадр управляющей программы (кадр) Г) Слово УП (слово)

2. Точка, принятая за начало координат станка, называют ...

- А) Фиксированная точка станка Б) Точка начала обработки
В) Нулевая точка станка Г) Исходная точка станка

3. Изменение с пульта управления запрограммированных координат (координаты) рабочего органа станка, называют ...

- А) Значение коррекции положения инструмента Б) Коррекция инструмента
В) Коррекция скорости главного движения Г) Коррекция скорости подачи

4. Точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП, называют ...

- А) Нулевая точка детали Б) Плавающий ноль
В) Исходная точка станка Г) Нулевая точка станка

5. Изменение с пульта оператора запрограммированного значения скорости главного движения станка, называют ...

- А) Коррекция скорости главного движения Б) Коррекция скорости подачи
В) Значение коррекции положения инструмента Г) Коррекция инструмента

6. Расстояние по нормали к заданному контуру перемещения фрезы, на которое следует дополнительно переместить центр фрезы

- А) Значение коррекции длины инструмента
Б) Коррекция скорости главного движения
В) Значение коррекции диаметра фрезы
Г) Коррекция скорости подачи

7. Функционирование УЧПУ, при котором на программонosite или в запоминающем устройстве УЧПУ обнаруживается заданный кадр УП по его номеру или специальному признаку, называют ...

- А) Вывод УП Б) Редактирование УП
В) Ввод УП Г) Поиск кадра в УП

8. Точка расчетной траектории, в которой происходит изменение условий протекания технологического процесса, называют ...

- А) Геометрический элемент Б) Опорная технологическая точка
В) Опорная точка Г) Расчетная траектория

9. Траектория, теоретическая аппроксимированная относительная траектория центра инструмента, называют ...

- А) Геометрический элемент Б) Опорная геометрическая точка
В) Опорная технологическая точка Г) Расчетная траектория

10. Разность между двумя ближайшими программируемыми числовыми величинами, называют ...

- А) Чувствительность системы управления Б) Шаг программирования
В) Точность позиционирования Г) Ось координат станка с ЧПУ

Критерии оценивания итогового теста

В тесте 10 вопрос, цена 1-ого ответа - 1 балл

9-10 баллов – «отлично»

7-8 баллов – «хорошо»

6 баллов – «удовлетворительно»

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к зачету

11. Числовое программное управление (ЧПУ) станком.
12. ЧПУ и его виды. Позиционное ЧПУ.
13. ЧПУ и его виды. Контурное ЧПУ станком.
14. ЧПУ и его виды. Адаптивное ЧПУ станком.
15. ЧПУ и его виды. Групповое управление ЧПУ станками.
16. Система числового программного управления (СЧПУ).
17. Система ЧПУ и ее компоненты. Устройство числового программного управления (УЧПУ).
18. Система ЧПУ и ее компоненты. Аппаратное устройство ЧПУ.
19. Система ЧПУ и ее компоненты. Программное устройство ЧПУ.
20. Система ЧПУ и ее компоненты. Программное обеспечение системы ЧПУ.
21. Управляющая программа (УП).
22. Управляющая программа станков с ЧПУ. Ручная подготовка управляющих программ (УП).
23. Управляющая программа станков с ЧПУ. Автоматизированная подготовка управляющих программ (УП).
24. Управляющая программа станков с ЧПУ. Программноносители.
25. Компоненты управляющей программы станков с ЧПУ. Кадр управляющей программы. Номер кадра УП. Формат кадра УП. Главный кадр.
26. Компоненты управляющей программы станков с ЧПУ. Слово УП. Адрес ЧПУ. Данные УП.
27. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Абсолютный размер.
28. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Размер в приращении.
29. Автоматическая работа системы устройства ЧПУ.
30. Работа системы ЧПУ с пропуском кадров.
31. Работа системы управления станков с ЧПУ. Ускоренная отработка УП.
32. Работа системы управления станков с ЧПУ. Покадровая работа.
33. Работа системы (устройства) ЧПУ с ручным вводом данных.
34. Работа системы ЧПУ с ручным управлением (ручное управление)
35. Работа системы управления станков с ЧПУ. Зеркальная отработка.
36. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Ввод УП. Вывод УП.

37. Способы задания размеров у станков с ЧПУ. Поиск кадра в УП. Редактирование УП.
38. Основные нулевые точки станков с ЧПУ. Нулевая точка станка. Исходная точка станка. Фиксированная точка станка.
39. Основные нулевые точки станков с ЧПУ. Точка начала обработки. Нулевая точка детали. Плавающий нуль.
40. Коррекция инструмента. Значение коррекции положения инструмента.
41. Коррекция скорости главного движения.
42. Значение коррекции длины инструмента. Значение коррекции диаметра фрезы.
43. Задающая информация в станках с ЧПУ. Задающая информация (программа управления).
44. Задающая информация в станках с ЧПУ. Геометрическая информация.
45. Задающая информация в станках с ЧПУ. Технологическая информация.
46. Информация обратной связи в станках с ЧПУ. Информация возмущения.
47. Информация обратной связи в станках с ЧПУ. Информация обратной связи (ИОС). Датчики обратной связи (ДОС).
48. Системы управления разомкнутые (без обратной связи, с разомкнутой цепью, циклические, жесткие, программные).
49. Системы управления замкнутые (с замкнутой цепью, с обратной связью, рефлекторные, ациклические).
50. Интерполяция. Аппроксимация. Алгоритм.
51. Опорная точка. Опорная геометрическая точка. Опорная технологическая точка.
52. Геометрический элемент. Расчетная траектория.
53. Ось координат станка с ЧПУ. Управляемая координата.
54. Шаг программирования. Чувствительность системы управления.
55. Точность позиционирования. Центр инструмента. Эквидистанта.
56. Контурная скорость. Дискретность задания перемещения. Дискретность отработки перемещения.