

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент А.А. Кульчицкий

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В***  
***МАШИНОСТРОЕНИИ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
<b>Направленность (профиль):</b>	Системы автоматизированного управления в машиностроении
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент, Кульчицкий А.А.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Специальные системы управления в машиностроении»**  
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 1452 от 25.11.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Системы автоматизированного управления в машиностроении».

Составитель \_\_\_\_\_ Зав. каф. АТПП Кульчицкий А.А.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств от 31.03.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой АТПП \_\_\_\_\_ д.т.н., А.А. Кульчицкий  
доц.,

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Специальные системы управления в машиностроении» является формирование у магистрантов знаний в области систем числового программного управления (СЧПУ) оборудованием, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с разработкой и обслуживанием комплексов с программным управлением, формирование у студентов навыков программирования и организации взаимодействия СЧПУ.

Основными задачами дисциплины являются:

- **изучение** устройства СЧПУ различного назначения;
- **овладение** методикой программирования СЧПУ;
- **формирование:**
  - представлений о способах программирования и отладки управляющих программ;
  - навыков настройки и программирования СЧПУ, организации их взаимодействия с вспомогательным оборудованием и системами верхнего уровня;
  - мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области современных систем программного управления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Специальные системы управления в машиностроении» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (уровень магистратуры) и изучается в 2-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Специальные системы управления в машиностроении» являются «Автоматизация технологических процессов машиностроения», «Прогрессивные технологии машиностроительных производств», «Техническое обеспечение систем управления», «Современные микропроцессоры и микроконтроллеры в системах управления».

Дисциплина «Специальные системы управления в машиностроении» является завершающей в цикле освоения магистрантами компетенций специальности 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Системы автоматизированного управления в машиностроении».

Особенностью дисциплины является глубокое рассмотрение современных подходов к систем числового программного управления, используемой для автоматизации как отдельных единиц технологического оборудования так их комплексов, что определяет устойчивое функционирование предприятий минерально-сырьевого комплекса.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Специальные системы управления в машиностроении» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен составлять описание принципов действия и конструкции	ПКС -1	ПКС-1.2. Знает стандартные технические средства систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
устройств, проектируемых технических средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний технологических процессов и производств общепромышленного и специального назначения для различных отраслей национального хозяйства, проектировать их архитектурно-программные комплексы		<p>ПКС-1.3. Знает основные принципы научного анализа, современных методов разработки и программирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</p> <p>ПКС-1.6. Умеет выбирать типовые технические средства управляющей части систем автоматизации, измерения, необходимые для информационного и метрологического обеспечения систем автоматизации и методы повышения достоверности измерительной информации</p>
Способен проводить математическое моделирование технологических процессов и систем управления в рамках научных исследований	ПКС-5	<p>ПКС-5.1. Умеет задавать условия функционирования технологических схем и необходимых расчетных методов, обеспечивающих определение оптимальных условий с использованием критериев оптимизации и математических методов оптимизации;</p> <p>ПКС-5.2. Умеет использовать специализированные программные пакеты при расчете материальных и тепловых балансов сложных химико-технологических схем; применять методы решения математических задач с использованием различных вычислительных средств;</p> <p>ПКС-5.3. Владеет навыками анализа технологических схем и разработки схем автоматизации для стационарных и динамических режимов производственных процессов</p> <p>ПКС-5.4. Владеет методами конечных элементов для разработки математических моделей процессов</p>
Способен разрабатывать алгоритмы управления оборудованием с ЧПУ и осуществлять их реализацию для ведения технологических процессов, обеспечивающих рациональное использование сырьевых, энергетических и других	ПКС-6	<p>ПКС-6.1. Знает правила программирования работы устройств числового программного управления, систему команд, используемых в управляющих программах, обеспечивающих рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов</p> <p>ПКС-6.2. Знает требования и основные принципы построения программно-управляемых устройств при автоматизации технологических процессов и производств</p> <p>ПКС-6.3. Умеет: разрабатывать программно-управляемые средства для адаптации систем числового</p>

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
видов ресурсов		программного управления с классом моделей технологического оборудования; разрабатывать алгоритмы управления оборудованием с ЧПУ ПКС-6.4. Владеет: навыками составления описаний принципов действия и конструкции проектируемых технических средств и систем автоматизации на базе СЧПУ; навыками программирования СЧПУ различного назначения: металлорежущих станков и промышленных роботов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия (ПЗ)	24	24
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Подготовка к практическим занятиям	24	24
Подготовка к лекциям	6	6
Аналитический информационный поиск	16	16
Работа в библиотеке	14	14
Расчетно-графическая работа (РГР)	12	12
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа

Раздел 1. Общие сведения по автоматизированным производствам машиностроительной отрасли	4	2	-		4
Раздел 2. Системы числового программного управления станочным оборудованием	8	4	4		16
Раздел 3. Программное управление промышленными роботами	10	2	2	-	18
Раздел 4. Программное обеспечение устройств (систем) числового программного управления	12	4	18	-	13
Экзамен	36				36
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>72</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1. Общие сведения по автоматизированным производствам машиностроительной отрасли	Цели и задачи курса. Современные автоматизированные производства машиностроительной отрасли. Состав технологического оборудования -обработывающие центры, токарные, фрезерно-сверлильные, расточные, плазморежущие, шлифовальные, электроэрозионные и другие станки с системами числового программного управления (СЧПУ), программно-управляемые промышленные роботы, транспортно-складские системы. Перспективы развития многоцелевых систем, предназначенных для использования в составе автоматизированных интегрированных производств. Технологическая подготовка производства с использованием многоцелевых систем числового программного управления технологическим оборудованием. Эффективность их применения при организации автономного управления и комплексного управления в составе гибких автоматизированных участков, цехов, линий, производств.	2
2.	Раздел 2. Системы числового программного управления станочным оборудованием	Архитектура интегрированного автоматизированного производства. Иерархическое управление технологическим процессом. Интегрирование этапов автоматизированного производства изделий с системами ЧПУ с системами автоматизированной подготовки производства (АСТПП, САМ), с системами автоматизации проектирования (САПР, САЕ, САД). Общее представление о микропроцессорных системах управления машиностроительным производством. Виды систем управления технологическим оборудованием. PLC, CNC, MC, DC, RC, PAC, управление технологическими объектами в реальном времени. Первичные измерительные преобразователи систем программного управления оборудованием. Программируемые контроллеры автоматизации PAC. Совместное использование PLC и PC. Специализированные контроллеры в составе СЧПУ. Технология мультизадачной работы в реальном времени. Технология коммуникации. Драйверы реального времени. Эффективная технология	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>встроенных интерфейсов оператора. Варианты построения системы реального времени и интерфейса в контроллерах РАС фирмы National Instruments: со встроенным модулем LabVIEW RTX, со встроенным модулем LabVIEW ETS и внешним интерфейсом CANopen.</p> <p>Приводы систем ЧПУ. Архитектура цифровых следящих приводов подач технологических машин. Системы с ДПТ и асинхронным приводами. Многокоординатная система приводов с независимой связью с интерфейсом системы управления</p> <p>Архитектурные решения в области систем ЧПУ. Классификация архитектурных решений систем ЧПУ. Архитектуры вида CNC, PcNC.. Модульная архитектура систем ЧПУ на прикладном уровне. Открытая архитектура систем управления. Механизм поддержания открытой архитектуры в системе ЧПУ. Виртуальная модель PC-подсистемы ЧПУ. Обобщенная структура и назначение двухкомпьютерной СЧПУ типа PCNC. Магистрально-модульный принцип, особенности принципа открытости в архитектурных моделях PCNC. Коммуникационная среда и сетевое окружение системы ЧПУ. Каналы обмена информации СЧПУ в информационном пространстве автоматизированного производства. Встраивание OMAC API и XML в традиционную закрытую ЧПУ для интеграции в производственное Обмен данными СЧПУ с уровнем SCADA-систем. Протоколы обмена данными, поддерживаемые системами ЧПУ- Profibus, Devise Net и др.. Интерфейсы систем числового программного управления. Последовательные и параллельные интерфейсы систем ЧПУ. Концепции НМІ в системах ЧПУ. Визуализация процессов отработки управляющих программ. Отображение графиков в архивных и оперативных базах данных. Адаптивные свойства управления в системах ЧПУ. Надежность и диагностика систем ЧПУ. Перспективные решения в технологиях разработки систем ЧПУ: расширение функциональных возможностей, встраивание систем ЧПУ в виде прикладной компоненты в ПК.</p>	
3.	Раздел 3. Программное управление промышленными роботами	<p>Общие принципы и примеры организации систем управления промышленными роботами и оборудованием. Промышленный робот –перспективные системы ЧПУ.</p> <p>Мультипроцессорная архитектура с расширенными возможностями управления в контурном режиме, наличием сложных видов интерполяции с преобразованием координат в обобщенные, затем в реальные, развитым диагностированием. Обобщенная структурная схема системы программного управления промышленным роботом. Основные задачи системы управления роботами. Возможные решения распараллеливания алгоритма</p>	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>управления роботами. Ввод-вывод данных, управление периферийными устройствами, преобразование и распределение данных; вычисления, связанные с координатными преобразованиями, вычисление скоростей движения, интерполяция траекторий; обработка данных от датчиков силомоментного осязательства, технического зрения и др.; обработка тактильной информации; управление технологическим оборудованием, входящим в комплекс РТС; реализация алгоритмов управления приводами манипулятора: управление траекторией движения робота-манипулятора, адаптивное управление многозвенным манипулятором, оптимальное управление роботом-манипулятором.</p> <p>Задача сканирования пространства, сканирующие устройства ПР. Модель системы пространственного слежения. Моделирование динамических процессов движения робота системы пространственного слежения. Принципы функционирования и организации бесконтактных технических средств измерения параметров движения мобильных роботов. Датчики систем траекторного движения Системы технического зрения и обнаружения препятствий.</p>	
4.	Раздел 4. Программное обеспечение устройств (систем) числового программного управления	<p>Модульный принцип программного обеспечения устройств ЧПУ. Методы программирования. Системное, базовое, функциональное ПРО. Решение задач интерполяции в системах программного управления и ее влияние на динамические погрешности станочных и робототехнических систем. Сплайновая интерполяция в системах ЧПУ. Особенности винтовой N-интерполяции. Основные особенности программирования с применением функционально-ориентированных языков программирования. Методика программирования в стандарте ISO 6983 (ISO 7bit). Фазовое пространство технологической машины. Структура управляющей программы. Функциональные возможности системы управления, отражаемые в версии управляющей программы. Методика программирования станков с ЧПУ.Интерпретатор управляющих программ. Алгоритмы эквидистантой коррекции, сопряжение эквидистант. Сплайн – программирование в системах ЧПУ. Постпроцессирование сплайн-контуров. Программы логического управления. Программы коррекции погрешностей. Автоматизация подготовки управляющих программ.</p>	4
<b>Итого:</b>			<b>12</b>



### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (ак.час.)
1.	Раздел 2	Наладка станка PicoTurn CNC для токарной обработки детали	2
2.	Раздел 2	Наладка станка PicoMill CNC для фрезерной обработки детали	2
3.	Раздел 3	Ознакомление с конструкцией и СЧПУ промышленного робота	4
4.	Раздел 4	Разработка управляющих программ	4
5.	Раздел 4	Создание и отработка отдельных кадров программы станков PicoMill CNC и PicoTurn CNC	2
6.	Раздел 4	Методика обучения промышленного робота с пульта управления	4
7.	Раздел 4	Ввод опорных точек траектории движения промышленного робота	2
8.	Раздел 4	Аналитическое программирование промышленного робота	4
Итого:			24

4.2.4. Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.4. Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Курсовая работа** не предусмотрена.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Общие сведения по автоматизированным производствам машиностроительной отрасли**

1. Какие функции выполняют первый, второй и третий уровни управления в автоматизированном производстве?
2. Какие преимущества дает применение технологического оборудования с программным управлением?
3. Поясните принцип работы системы программного управления.
4. Рассчитать величину программируемого перемещения в дискретах на один цикл работы СЧПУ, если:  $F=300\text{мм/мин}$ ,  $U=3\text{мм}$ ,  $T=6\text{мс}$ .
5. Перечислите особенности систем ЧПУ NC- , SNC- , CNC - , DNC - ,HNC–типа.
6. Поясните виды задач, решаемых системой числового программного управления.

#### **Раздел 2. Системы числового программного управления станочным оборудованием**

7. Какие общие функции выполняют устройства контроля состояния объекта управления?
8. Какие виды модуляции используются в устройствах контроля состояния объекта управления?
9. Приведите основные характеристики вращающего трансформатора.
10. В чем заключается принцип работы энкодера ?
11. Принцип работы датчика углового положения ?
12. Как называется индукционная машина, измеряющая угловые перемещения ?
13. Назначение модуля связи с ДОС.
14. Основные функции узла связи с процессом.
15. Для чего предназначены интерфейс контроллера и ЭВМ верхнего ранга?
16. Какие сигналы от процессора получают выходные каналы?
17. Какие программы хранятся в оперативной памяти устройства?
18. Что включают системное программное обеспечение?
19. К какому классу систем относятся устройства числового программного управления ?
20. Что представляют собой конструктивно шина адреса УЧПУ?
21. По какой траектории перемещается режущий инструмент при линейной интерполяции?
22. С какой погрешностью обрабатывается изделие на станках с числовым программным управлением?
23. Сколько режимов работы у линейного интерполятора?
24. Сколько режимов работы у кругового интерполятора?

#### **Раздел 3. Программное управление промышленными роботами**

25. В чем сущность циклового программного управления роботами?
26. Какова область применения позиционных систем программного управления?
27. Какова область применения контурных систем программного управления?
28. Какие команды содержит кадр в системах позиционного управления?
29. В чем сущность адаптивного управления роботами?
30. В чем сущность интеллектуального управления роботами?
31. Какова роль вычислительных систем в робототехнике?

#### **Раздел 4. Программное обеспечение устройств (систем) числового программного управления**

32. Можно ли перемещать режущий инструмент при использовании 2P32 одновременно сразу по трем координатам?
33. Для каких целей используются условные переходы?

34. Какими способами можно задавать круговую интерполяцию при использовании системы типа SINUMERIK 802Sbaselin.?
35. Как задаются координаты опорных точек при относительной и абсолютной системах координат?
36. Какова последовательность расчета режима резания?
37. Что значит оптимальный режим резания?
38. Для каких целей применяют коррекцию чертежей?
39. Для чего определяются координаты опорных точек?
40. В чем особенность эквидистанты и для чего она строится?

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. На какие группы можно разделить системы с ЧПУ в зависимости от сложности технологических процессов и задач управления?
2. Перечислите основные задачи программного управления.
3. Какая из задач ЧПУ содержит в себе функции ввода управляющих программ, анализа их корректности, редактирования и хранения программ?
4. Какие функции содержит в себе следующая логическая задача управления?
5. системы используются для управления автоматикой в манипуляторах, пилах, подъемниках, штамповочных молотах?
6. Какие задачи позволяют решить системы ЧПУ с гибкими возможностями для уникального оборудования?
7. Какой принцип взаимодействия структурных элементов реализует схема устройства числового программного управления (УЧПУ)?
8. Какие программы хранятся в оперативной памяти устройства числового программного управления?
9. Какие адреса присваиваются в адресном пространстве устройства числового программного управления модулям?
10. Какое перемещение инструмента формирует линейная интерполяция?
11. Опишите состав архитектуру системы ЧПУ класса CNC.
12. Какое количество одновременно интерполируемых осей может быть в системах ЧПУ SINUMERIK 802?
13. Сколькими координатными осями способен управлять контроллер приводов системы ЧПУ Delta Tau?
14. Имеются ли различия в обработке сигналов датчиков положения осей между системами SINUMERIK 802S, SINUMERIK 802C и SINUMERIK 802D?
15. Какую ОС имеет ЧПУ-компьютер СЧПУ фирмы Bosch Rexroth, построенной по классическому двухкомпьютерному варианту?
16. С какой периодичностью каждый SERCOS-интерфейс обслуживает одну из трех групп автономных приводов подачи и привод шпинделя в ЧПУ?
17. Какие положения определяют принципы открытой архитектуры ЧПУ?
18. С каким количеством абонентов, и на каком расстоянии позволяет строить сети интерфейс RS-485?
19. Какие из трех возможных состояний в многозадачной системе являются пассивными?
20. Каким задачам отдаются высшие уровни приоритетов в системе прерываний?
21. В какой последовательности целесообразно проводить анализ технологических процессов и работы оборудования?
22. В какой последовательности приводная система SIMODRIVE 611 подключается к сети с глухозаземленной нейтралью (TN-сеть) напряжениями 400В, 415В или 480В частотой 50/60Гц?
23. Из какой подпрограммы начинается режим автоматической обработки?

24. Какие типы приводов различают в станках с ЧПУ по условиям работы и требованиям к точности?
25. Какие типы датчиков применяются для определения параметров главного движения?
26. Какие датчики типы инкрементальных датчиков используются в системах ЧПУ?
27. Опишите конфигурация привода с прямой регистрацией положения линейной измерительной системой.
28. Приведите определения цикловых, адаптивных и программных СУ роботами.
29. Основные задачи системы управления роботами.
30. Опишите устройство цикловых СУ роботами.
31. Опишите архитектуру программных СУ роботами.
32. какие сигналы управления формируются на втором уровне многоуровневой системы управления ПР?
33. Какие СУ в основном используются для промышленных роботов с пневматическим приводом?
34. Какие датчики очувствления используют промышленные роботы?
35. Опишите принципы функционирования и организации бесконтактных технических средств измерения параметров движения мобильных роботов.
36. Какие датчики используются для систем траекторного движения?
37. Для решения каких задач используются системы технического зрения в системах управления ПР?
38. Опишите принцип действия лазерных и ультразвуковых дальнометров.
39. Какую последовательность слов рекомендуется использовать для кадра СЧПУ Siemens Sinumerik?
40. Как обозначается системы координат: осевая, машинная, заготовки, инструмента?
41. Какие инструкции для смещения нуля координатной системы управляющей программы используют при смещении ее нуля по отношению к координатной системе детали?
42. Какой вид интерполяции описывается командой G2?
43. Какая из функций (G01, G04, G90, M3) не является модальной?
44. Для выполнения какого действия предназначена инструкции G138, G139?
45. Какими командами управляющей программе устанавливается скорость подачи режущего инструмента в мм/мин и мм/об?
46. Как указывается в команде адрес третьего режущего инструмента?
47. Для чего обычно используется программное изменение коэффициента KV?
48. Для каких целей используются диапазоны параметров R0 ... R99, R100 ... R249 и R250 ... R299?
49. Какой параметр определяет R102 для стандартного цикла сверления, зенкования - LCYC82?
50. Сколько уровней вложения подпрограмм, включая уровень главной программы допустимо при программировании ЧПУ SINUMERIK 802?

```

%
O0001
N10 G90 G40 G80 G49 G98 G21
N20 T1 M06
N30 G43 H1
N40 M03 S1000
N50 G00 X10 Y-10

```

51. Прокомментируйте представленный фрагмент программы
52. Для чего используется вВ языке язык программирования высокого уровня GTL смволические названия P, L, O?
53. Какие из языков программирования поддерживает контроллер ПР CR1DA-700?
54. Что обозначает в Joint формате (10, -20, 90, 0, 90, 0, 0, 0) каждая позиция?
55. Что обозначает в XYZ формате (100, 100, 300, 180, 0, 180, 0,0) (7,0) каждая позиция?
56. Каким образом обычно производится задание позиций при программирование ПР на языке MELFA-BASIC IV.
57. Какой командой производится сжатие схвата ПР на языке MELFA-BASIC IV?
58. Какой командой производится чтение сигналов, записанных в бит №(x) на языке MELFA-BASIC IV?

59. Сформируйте команду движения к позиции, удаленной на 50 мм от точки P1 в направлении схвата манипулятора.
60. Сформируйте команду линейного движения к позиции, удаленной на 50 мм от точки P1 в направлении схвата манипулятора.
61. Какая команда определяет движение с круговой интерполяцией по точкам в порядке «стартовая – конечная, не пересекая контрольной точки»?
62. Какие действия задаются командой **MOV P1\*P2**?
63. Какие условия перехода описываются командой **IF LEN(STSS) $\geq$ 3 THEN 100**?
64. Какая команда устанавливает ускорение во время движения в процентах (%) от максимума?

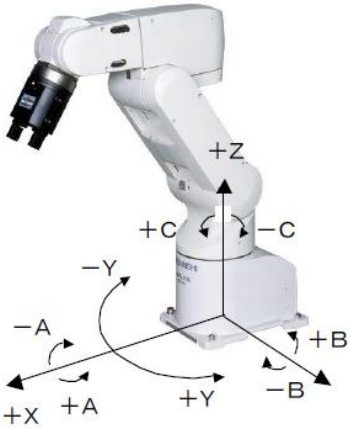
## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Дискретой называется ...	1. заданная величина перемещения рабочего органа станка; 2. допустимая величина перемещения рабочего органа станка; 3. минимальная стабильная величина перемещения рабочего органа станка; 4. максимальная величина перемещения рабочего органа станка.
2.	Какая из задач ЧПУ содержит в себе функцию управления автоматикой	1. Логическая; 2. Терминальная; 3. Геометрическая; 4. Технологическая.
3.	Какие программы хранятся в оперативной памяти устройства числового программного управления ...	1. программа редактирования ввода-вывода; 2. программа расчёта управляющих сигналов для приводов подач; 3. управляющие технологические программы; 4. системные программы и константы;
4.	Линейная интерполяция формирует перемещение инструмента ...	1. по одной из координат; 2. в заданную точку по произвольной траектории; 3. по сопрягающей дуге; 4. с запрограммированной скоростью по прямой .

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
5.	Структурная схема устройства числового программного управления (УЧПУ) реализует принцип ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. магистральности;</li> <li>2. иерархичности;</li> <li>3. наблюдаемости;</li> <li>4. управляемости</li> </ol>
6.	<p>На рисунке изображена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC фирмы DeltaTau;</li> <li>2. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC-2 фирмы BoschRexroth;</li> <li>3. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC-1 фирмы Allen-Bradley;</li> <li>4. Архитектура системы ЧПУ класса CNC фирмы NUM.</li> </ol>
7.	С какой периодичностью каждый SERCOS-интерфейс обслуживает одну из пяти групп автономных приводов подачи и привод шпинделя в ЧПУ фирмы ANDRON.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 мс,</li> <li>2. 0,5 мс,</li> <li>3. 125 мкс,</li> <li>4. 62,5 мкс.</li> </ol>
8.	Принципы открытой структуры относительно ЧПУ НЕ содержат следующего положения ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. четкое размежевание между системным, прикладным и коммуникационным компонентами</li> <li>2. клиент-серверная организация взаимодействия подсистем</li> <li>3. возможность независимого развития каждого из компонентов как на основе оригинальных разработок, так и путем встраивания покупных программных систем</li> <li>4. сервер-серверная организация взаимодействия подсистем, стандартизация интерфейсов и транзакций</li> </ol>
9.	<p>На рисунке представлена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каскадная схема измерения рассогласования с ВТ, работающим в амплитудном режиме.</li> <li>2. Схема включения тахогенератора.</li> <li>3. Схема включения абсолютного датчика положения</li> <li>4. Компенсационная схема измерения рассогласования с ВТ, работающим в режиме фазовращателя.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
10.	Какие датчики не относятся к типу инкрементальных круговых датчиков?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Датчики положения и скорости шпинделя с импульсными сигналами TTL и HTL (High Voltage).</li> <li>2. Датчики с кодером по данным (интерфейс EnDat)</li> <li>3. Датчики угла поворота с аналоговыми сигналами sin/cos уровня напряжения 1 Vpp (Volt peak to peak: напряжение от пика до пика).</li> <li>4. Измерительная инкрементальная система датчика типа SIMAG H для регистрации угла поворота полых шпинделей (двигателя 1PH2, 1FE1), состоящая из шестерни и считывающей головки.</li> </ol>
11.	Системы управления автоматически перенастраиваемыми ПР, которые повторяют многократно одну и ту же жесткую программу в строго определенной обстановке с определенно расположенными предметами, называются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программными;</li> <li>2. цикловыми;</li> <li>3. адаптивными;</li> <li>4. интеллектными.</li> </ol>
12.	Система управления ПР имеет в общем случае многоуровневую структуру в которой на втором уровне осуществляется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. управления движениями отдельных звеньев манипулятора и других исполнительных механизмов ПР;</li> <li>2. формируются сигналы управления всеми приводами и устройствами автоматики манипулятора, обеспечивающие необходимые перемещения его рабочего органа (захвата) в пространстве и их последовательность при выполнении элементарных операций во взаимодействии с другим технологическим оборудованием;</li> <li>3. задачи управления при обслуживании ПР станка;</li> <li>4. формирование управляющей программы на основе информации от средств оучувствления.</li> </ol>
13.	Для промышленных роботов с электромеханическим приводом в основном используются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. цикловые системы управления;</li> <li>2. позиционные, контурные и комбинированные системы управления;</li> <li>3. контурные системы управления;</li> <li>4. комбинированные системы управления.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
14.	<p>Какой из типов установок перемещения показан на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>3-axis XYZ,</li> <li>CYLINDER,</li> <li>XYZ,</li> <li>TOOL.</li> </ol>
15.	<p>Матрица вида соответствует</p> $\begin{vmatrix} \cos \varphi_i & -\sin \varphi_i & 0 & 0 \\ \sin \varphi_i & \cos \varphi_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>повороту вокруг оси <math>x_i</math> на угол <math>-q_i</math>;</li> <li>переносу вдоль оси <math>x_i</math> на <math>-a_i</math>;</li> <li>переносу вдоль оси <math>z_{i-1}</math> на <math>-s_i</math>;</li> <li>повороту вокруг оси <math>z_{i-1}</math> на УГОЛ <math>-\varphi_i</math>.</li> </ol>
16.	<p>Какую последовательность слов рекомендуется использовать для кадра СЧПУ Siemens Sinumerik</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>N ... G ... X... Y ... Z... T... D... F...S... M ...;</li> <li>... Z... F...S... M ...T... D... N ... G ... X... Y;</li> <li>N ... M ...G ... X... Y ... Z... F...S... T... D... ;</li> <li>N ... G ... X... Y ... Z... F...S... T... D... M ... .</li> </ol>
17.	<p>Кадр, указывающий размер опорной точки в абсолютной системе координат...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>G0 G91 D1 Z10;</li> <li>G1 G91 X50 Z40;</li> <li>G0 G90 D1 X50;</li> <li>G3 G91 X2 Z20.</li> </ol>
18.	<p>В XYZ формате вторая позиция обозначает <b>(100, 100, 300, 180, 0, 180, 0,0) (7,0)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Угловое положение второго звена J2,</li> <li>Положение по оси Y,</li> <li>Угловое положение оси B,</li> <li>Структурный флаг 2.</li> </ol>
19.	<p>Команда <b>MOV P1*P2</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>двигаться к позиции, полученной перемножением точек P1и P2;</li> <li>двигаться к позиции, удаленной на 50 мм от точки P1 в направлении схвата манипулятора;</li> <li>двигаться к позиции P2 относительно P1;</li> <li>двигаться от точки P1к P2 ортогонально.</li> </ol>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20.	<p>Функция</p> <p>DigiMetrix Robotics Library for Mitsubishi Virtual Instruments (VIs) ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ожидает, пока робот завершит текущее движение;</li> <li>передвигает робот-манипулятор от текущей позиции до места назначения, выраженного в Декартовых координатах с интерполяцией от точки к точке;</li> <li>считывает текущую позицию робота;</li> <li>устанавливает скорость движения.</li> </ol>

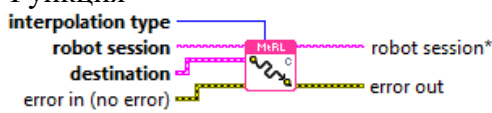
### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Дискретой называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>заданная величина перемещения рабочего органа станка;</li> <li>допустимая величина перемещения рабочего органа станка;</li> <li>минимальная стабильная величина перемещения рабочего органа станка;</li> <li>максимальная величина перемещения рабочего органа станка.</li> </ol>
2.	Какая из задач ЧПУ содержит в себе функцию управления автоматикой	<ol style="list-style-type: none"> <li>Логическая;</li> <li>Терминальная;</li> <li>Геометрическая;</li> <li>Технологическая.</li> </ol>
3.	Какие программы хранятся в оперативной памяти устройства числового программного управления ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>программа редактирования ввода-вывода;</li> <li>программа расчёта управляющих сигналов для приводов подач;</li> <li>управляющие технологические программы;</li> <li>системные программы и константы;</li> </ol>
4.	Линейная интерполяция формирует перемещение инструмента ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>по одной из координат;</li> <li>в заданную точку по произвольной траектории;</li> <li>по сопрягающей дуге;</li> <li>с запрограммированной скоростью по прямой .</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
5.	Структурная схема устройства числового программного управления (УЧПУ) реализует принцип ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. магистральности;</li> <li>2. иерархичности;</li> <li>3. наблюдаемости;</li> <li>4. управляемости</li> </ol>
6.	<p>На рисунке изображена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC фирмы DeltaTau;</li> <li>6. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC-2 фирмы BoschRexroth;</li> <li>7. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC-1 фирмы Allen-Bradley;</li> <li>8. Архитектура системы ЧПУ класса CNC фирмы NUM.</li> </ol>
7.	С какой периодичностью каждый SERCOS-интерфейс обслуживает одну из пяти групп автономных приводов подачи и привод шпинделя в ЧПУ фирмы ANDRON.	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. 1 мс,</li> <li>6. 0,5 мс,</li> <li>7. 125 мкс,</li> <li>8. 62,5 мкс.</li> </ol>
8.	Принципы открытой структуры относительно ЧПУ НЕ содержат следующего положения ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. четкое размежевание между системным, прикладным и коммуникационным компонентами</li> <li>6. клиент-серверная организация взаимодействия подсистем</li> <li>7. возможность независимого развития каждого из компонентов как на основе оригинальных разработок, так и путем встраивания покупных программных систем</li> <li>8. сервер-серверная организация взаимодействия подсистем, стандартизация интерфейсов и транзакций</li> </ol>
9.	<p>На рисунке представлена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Каскадная схема измерения рассогласования с ВТ, работающим в амплитудном режиме.</li> <li>6. Схема включения тахогенератора.</li> <li>7. Схема включения абсолютного датчика положения</li> <li>8. Компенсационная схема измерения рассогласования с ВТ, работающим в режиме фазовращателя.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
10.	Какие датчики не относятся к типу инкрементальных круговых датчиков?	5. Датчики положения и скорости шпинделя с импульсными сигналами TTL и HTL (High Voltage). 6. Датчики с кодером по данным (интерфейс EnDat) 7. Датчики угла поворота с аналоговыми сигналами sin/cos уровня напряжения 1 Vpp (Volt peak to peak: напряжение от пика до пика). 8. Измерительная инкрементальная система датчика типа SIMAG H для регистрации угла поворота полых шпинделей (двигателя 1PH2, 1FE1), состоящая из шестерни и считывающей головки.
11.	Активизация смещений зависит от тех или иных...	1. G-функций. 2. M-функций. 3. T-функций. 4. S-функций.
12.	Какие из нижеперечисленных команд могут быть использованы для задания круговой интерполяции против часовой стрелке а) G2 X... Y... I... J... F... б) G2 X... Y... CR=... F... в) G3 AR=... I... J... F... г) G2 AR=... X... Y... F... д) G2 AR=... X... Y... F...	1. в); 2. а); 3. а), б); 4. а), б), г), д).
13.	Кадр, указывающий размер опорной точки в абсолютной системе координат...	1. G0 G91 D1 Z10; 2. G1 G91 X50 Z40; 3. G3 G91 X2 Z20; 4. G0 G90 D1 X50 .
14.	Системы управления автоматически перенастраиваемыми ПР, которые повторяют многократно одну и ту же жесткую программу в строго определенной обстановке с определенно расположенными предметами, называются	1. Программными; 2. цикловыми; 3. адаптивными; 4. интеллектными.

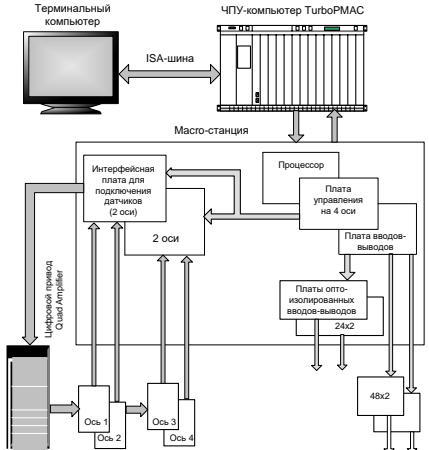
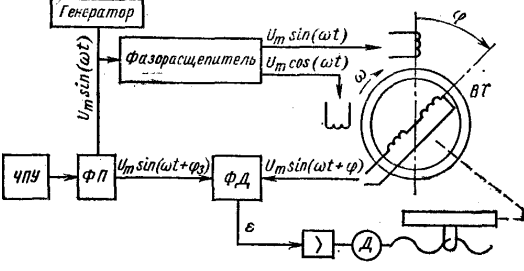
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
15.	<p>Система управления ПР имеет в общем случае многоуровневую структуру в которой на втором уровне осуществляется</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. управления движениями отдельных звеньев манипулятора и других исполнительных механизмов ПР;</li> <li>2. формируются сигналы управления всеми приводами и устройствами автоматики манипулятора, обеспечивающие необходимые перемещения его рабочего органа (захвата) в пространстве и их последовательность при выполнении элементарных операций во взаимодействии с другим технологическим оборудованием;</li> <li>3. задачи управления при обслуживании ПР станка;</li> <li>4. формирование управляющей программы на основе информации от средств очувствления.</li> </ol>
16.	<p>Какой из типов установок перемещения показан на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3-axis XYZ</li> <li>2. TOOL</li> <li>3. XYZ</li> <li>4. CYLINDER</li> </ol>
17.	<p>Матрица вида соответствует</p> $\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta_i & -\sin\theta_i & 0 \\ \vdots & 0 & \sin\theta_i & \cos\theta_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повороту вокруг оси <math>x_i</math> на угол <math>-\varphi_i</math> ;</li> <li>2. переносу вдоль оси <math>x_i</math> на <math>-a_i</math>;</li> <li>3. переносу вдоль оси <math>z_{i-1}</math> на <math>-s_i</math>;</li> <li>4. повороту вокруг оси <math>z_{i-1}</math> на угол <math>-\varphi_i</math>.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
18.	Система управления ПР имеет в общем случае многоуровневую структуру в которой на втором уровне осуществляется;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. формируются сигналы управления всеми приводами и устройствами автоматики манипулятора, обеспечивающие необходимые перемещения его рабочего органа (захвата) в пространстве и их последовательность при выполнении элементарных операций во взаимодействии с другим технологическим оборудованием;</li> <li>2. управления движениями отдельных звеньев манипулятора и других исполнительных механизмов ПР;</li> <li>3. задачи управления при обслуживании ПР станка;</li> <li>4. формирование управляющей программы на основе информации от средств оучувствления.</li> </ol>
19.	Команда <b>MOV P1*P2</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. двигаться к позиции, полученной перемножением точек P1и P2;</li> <li>6. двигаться к позиции, удаленной на 50 мм от точки P1 в направлении схвата манипулятора;</li> <li>7. двигаться к позиции P2 относительно P1;</li> <li>8. двигаться от точки P1к P2 ортогонально.</li> </ol>
20.	<p>Функция</p>  <p>DigiMetrix Robotics Library for Mitsubishi Virtual Instruments (VIs) ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. ожидает, пока робот завершит текущее движение;</li> <li>6. передвигает робот-манипулятор от текущей позиции до места назначения, выраженного в Декартовых координатах с интерполяцией от точки к точке;</li> <li>7. считывает текущую позицию робота;</li> <li>8. устанавливает скорость движения.</li> </ol>

### Вариант 3

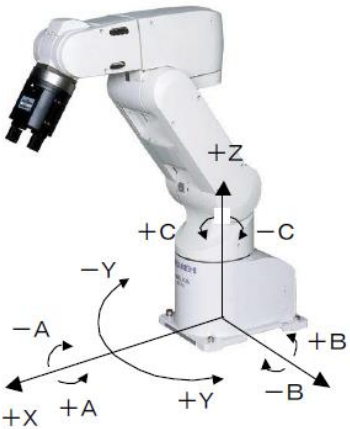
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3

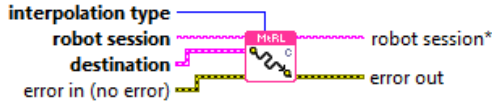
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Дискретой называется ...	9. заданная величина перемещения рабочего органа станка; 10. допустимая величина перемещения рабочего органа станка; 11. минимальная стабильная величина перемещения рабочего органа станка; 12. максимальная величина перемещения рабочего органа станка.
2.	Какая из задач ЧПУ содержит в себе функцию управления автоматикой	9. Логическая; 10. Терминальная; 11. Геометрическая; 12. Технологическая.
3.	Какие программы хранятся в оперативной памяти устройства числового программного управления ...	9. программа редактирования ввода-вывода; 10. программа расчёта управляющих сигналов для приводов подач; 11. управляющие технологические программы; 12. системные программы и константы;
4.	Линейная интерполяция формирует перемещение инструмента ...	9. по одной из координат; 10. в заданную точку по произвольной траектории; 11. по сопрягающей дуге; 12. с запрограммированной скоростью по прямой .
5.	Структурная схема устройства числового программного управления (УЧПУ) реализует принцип ...	1. магистральности; 2. иерархичности; 3. наблюдаемости; 4. управляемости

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
6.	<p>На рисунке изображена</p> 	<p>9. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC фирмы DeltaTau;  10. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC-2 фирмы BoschRexroth;  11. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC-1 фирмы Allen-Bradley;  12. Архитектура системы ЧПУ класса CNC фирмы NUM.</p>
7.	<p>С какой периодичностью каждый SERCOS-интерфейс обслуживает одну из пяти групп автономных приводов подачи и привод шпинделя в ЧПУ фирмы ANDRON.</p>	<p>9. 1 мс,  10. 0,5 мс,  11. 125 мкс,  12. 62,5 мкс.</p>
8.	<p>Принципы открытой структуры относительно ЧПУ <b>НЕ</b> содержат следующего положения ...</p>	<p>9. четкое размежевание между системным, прикладным и коммуникационным компонентами  10. клиент-серверная организация взаимодействия подсистем  11. возможность независимого развития каждого из компонентов как на основе оригинальных разработок, так и путем встраивания покупных программных систем  12. сервер-серверная организация взаимодействия подсистем, стандартизация интерфейсов и транзакций</p>
9.	<p>На рисунке представлена</p> 	<p>9. Каскадная схема измерения рассогласования с ВТ, работающим в амплитудном режиме.  10. Схема включения тахогенератора.  11. Схема включения абсолютного датчика положения  12. Компенсационная схема измерения рассогласования с ВТ, работающим в режиме фазовращателя.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
10.	Какие датчики не относятся к типу инкрементальных круговых датчиков?	<p>9. Датчики положения и скорости шпинделя с импульсными сигналами TTL и HTL (High Voltage).</p> <p>10. Датчики с кодером по данным (интерфейс EnDat)</p> <p>11. Датчики угла поворота с аналоговыми сигналами sin/cos уровня напряжения 1 Vpp (Volt peak to peak: напряжение от пика до пика).</p> <p>12. Измерительная инкрементальная система датчика типа SIMAG H для регистрации угла поворота полых шпинделей (двигателя 1PH2, 1FE1), состоящая из шестерни и считывающей головки.</p>
11.	Системы управления автоматически перенастраиваемыми ПР, которые повторяют многократно одну и ту же жесткую программу в строго определенной обстановке с определенно расположенными предметами, называются	<p>5. Программными;</p> <p>6. цикловыми;</p> <p>7. адаптивными;</p> <p>8. интеллектными.</p>
12.	Система управления ПР имеет в общем случае многоуровневую структуру в которой на втором уровне осуществляется	<p>5. управления движениями отдельных звеньев манипулятора и других исполнительных механизмов ПР;</p> <p>6. формируются сигналы управления всеми приводами и устройствами автоматики манипулятора, обеспечивающие необходимые перемещения его рабочего органа (захвата) в пространстве и их последовательность при выполнении элементарных операций во взаимодействии с другим технологическим оборудованием;</p> <p>7. задачи управления при обслуживании ПР станка;</p> <p>8. формирование управляющей программы на основе информации от средств чувствления.</p>
13.	Для промышленных роботов с электромеханическим приводом в основном используются	<p>5. цикловые системы управления;</p> <p>6. позиционные, контурные и комбинированные системы управления;</p> <p>7. контурные системы управления;</p> <p>8. комбинированные системы управления.</p>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
14.	<p>Какой из типов установок перемещения показан на рисунке?</p>  <p>The diagram shows a 3-axis industrial robot arm. It has three main axes: X, Y, and Z. The Z-axis is vertical, pointing upwards. The X and Y axes are horizontal, forming a plane. The X-axis points to the right, and the Y-axis points towards the viewer. There are also three joint rotation directions indicated: A (around the X-axis), B (around the Y-axis), and C (around the Z-axis). The directions are labeled with '+' and '-' signs to indicate the range of motion.</p>	<p>5. 3-axis XYZ, 6. CYLINDER, 7. XYZ, 8. TOOL.</p>
15.	<p>Матрица вида соответствует</p> $\begin{vmatrix} \cos \varphi_i & -\sin \varphi_i & 0 & 0 \\ \sin \varphi_i & \cos \varphi_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$	<p>5. повороту вокруг оси <math>x_i</math> на угол <math>-\varphi_i</math>; 6. переносу вдоль оси <math>x_i</math> на <math>-a_i</math>; 7. переносу вдоль оси <math>z_{i-1}</math> на <math>-s_i</math>; 8. повороту вокруг оси <math>z_{i-1}</math> на угол <math>-\varphi_i</math>.</p>
16.	<p>Какую последовательность слов рекомендуется использовать для кадра СЧПУ Siemens Sinumerik</p>	<p>5. N ... G ... X... Y ... Z... T... D... F...S... M ...; 6. ... Z... F...S... M ...T... D... N ... G ... X... Y; 7. N ... M ...G ... X... Y ... Z... F...S... T... D... ; 8. N ... G ... X... Y ... Z... F...S... T... D... M ... .</p>
17.	<p>Кадр, указывающий размер опорной точки в абсолютной системе координат...</p>	<p>5. G0 G91 D1 Z10; 6. G1 G91 X50 Z40; 7. G0 G90 D1 X50; 8. G3 G91 X2 Z20.</p>
18.	<p>В XYZ формате вторая позиция обозначает <b>(100, 100, 300, 180, 0, 180, 0,0) (7,0)</b></p>	<p>5. Угловое положение второго звена J2, 6. Положение по оси Y, 7. Угловое положение оси B, 8. Структурный флаг 2.</p>
19.	<p>Команда <b>MOV P1*P2</b></p>	<p>9. двигаться к позиции, полученной перемножением точек P1и P2; 10. двигаться к позиции, удаленной на 50 мм от точки P1 в направлении схвата манипулятора; 11. двигаться к позиции P2 относительно P1; 12. двигаться от точки P1к P2 ортогонально.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20.	<p>Функция</p>  <p>DigiMetrix Robotics Library for Mitsubishi Virtual Instruments (VIs) ...</p>	<p>9. ожидает, пока робот завершит текущее движение;</p> <p>10. передвигает робот-манипулятор от текущей позиции до места назначения, выраженного в Декартовых координатах с интерполяцией от точки к точке;</p> <p>11. считывает текущую позицию робота;</p> <p>12. устанавливает скорость движения.</p>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1. Основная литература

1. *Звонцов И.Ф., Иванов К.М., Серебренницкий П.П.* Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ, СПб, Изда-во "Лань", 2021. - 588 с.  
<https://e.lanbook.com/book/89924#authors>
2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=884475>
3. *Кибанов, А. Я.* Автоматизация управления машиностроительным предприятием [Электронный ресурс] : Учебное пособие для слушателей заочных курсов повышения квалификации ИТР по организации управления машиностроительным производством / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М.: Машиностроение, 1989  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=432601>

#### 7.2. Дополнительная литература

4. *Сосонкин В. Л., Мартинов Г. М.* Системы числового программного управления: учебное пособие Издательство: Логос, 2005, 296 с.
5. *Елизаров И.А., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Фролов Г.В.* Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004. 180с.
6. «Справочник технолога-машиностроителя», том 2 А.Г.Косилова, Р.К. Мещерякова. –М.: Машиностроение, 1985.
7. *Густав Олссон, Дж. Пиани.* Цифровые системы автоматизации и управления. СПб.:Невский Диалект, 2001. -557с.
8. *Ловыгин, А.А.* Современный станок с ЧПУ и САД/САМ системы: Учеб. пособие / Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю. – М.: Эльф, 2006.
9. *Миловзоров, О.В.* Электроника: учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков – М.: Высшая школа, 2008.
10. *Скворцов, А.В.* Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=469049](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=469049)

#### 7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
2. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
3. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
4. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
5. <https://e.lanbook.com/books>.
6. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
7. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
9. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
10. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
11. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

12. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
13. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
14. [www.siemens.de](http://www.siemens.de)
15. [www.knuth.de](http://www.knuth.de)
16. [www.dmgrussland.com](http://www.dmgrussland.com)
17. <http://www.festo.com>
18. [www.mitsubishielectric.com](http://www.mitsubishielectric.com)

#### **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Специальные системы управления в машиностроении (Основы программирования станочного оборудования с ЧПУ): Методические указания к лабораторным работам/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *О.К. Мансурова, А.А. Кульчицкий*. СПб, 2015, 85 с., тираж 50 экз.  
[http://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp\\_1540198339.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp_1540198339.pdf)

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории оснащены специализированным оборудованием, необходимым для выполнения практических работ по дисциплине «Специальные системы управления в машиностроении».

Лабораторный стенд «Средства автомат. и управл. «САУ---МАКС» - 1 шт., стенд учебный по программированию – 4 шт., стенд по гидроавтоматике – 1 шт., стенд «Festa» -2 шт., комплект оборудования лабораторного для изучения автоматизированных систем технологических процессов – 1 шт., демонстрационный стенд «Макет поточной линии ДАСУ-02» в аудитории 7221. Комплект лабораторного оборудования для изучения автоматизированных систем технологических процессов Robot Vision Cell с ПП Mitsubishi RV-3SDB ауд. 7218.

Учебные станки с ЧПУ Knuth Picomill CNC, Knuth Picoturn CNC лаборатории «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

##### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность: стол – 15 шт., стул – 30 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD-экран iiyama ProLite PL8603U.

##### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Оснащенность: стол – 8 шт., стул –16 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8" FHD DDR4 16 ГБ –16 шт.

#### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)
2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)
3. Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1
4. CIROS Automation Suite (CIROS Studio, CIROS Robotics, RobotVisionCell) (договор бессрочный ГК № 848-08/13 от 20.08.2013 на поставку оборудования и ПО)
5. RT ToolBox2 (договор бессрочный ГК № 848-08/13 от 20.08.2013 на поставку оборудования и ПО)
6. LabView Professional ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения"
- 7.