Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.08.2024 12:00:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
« 15 » февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аппаратное обеспечение робототехнических систем»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Роботизированное сварочное производство»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

к.т.н., доцент_____ М.В. Архипов

ст. препод._____ В.В. Матросова

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор /А.А. Радионов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 2
Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3. Содержание дисциплины ... 7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 8
4.2. Основная литература ... 8
4.3. Дополнительная литература ... 8
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 9
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 10
7. Фонд оценочных средств ... 11
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
7.3. Оценочные средства ... 15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Аппаратное обеспечение робототехнических системе» является – изучение теории и методов построения промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов.

Задачи дисциплины: ознакомление с прямой и обратной задачами кинематики и динамики роботов, состав приводов и систем управления роботов, программное обеспечение роботов и РТК, технологические аспекты разработки РТК.

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен к подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-1.1. Знает состав комплекса средств автоматизации; общие технические требования и функциональное назначение автоматизированных систем управления технологическими процессами; систему условных обозначений в проектировании; правила и порядок подготовки исходных данных для разработки проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами. ИПК-1.2 Умеет осуществлять подготовку исходных данных для разработки проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами; формировать предварительные проектные решения для автоматизированной системы управления и ее частей; формировать основные проектные решения для автоматизированной системы управления и ее частей; разрабатывать текстовую и графическую части документации технического проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами. ИПК-1.3. Владеет способностью выбирать алгоритмы и способы работы в САПР и программы для выполнения графических и текстовых разделов проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами; определять предварительные решения по выбранному варианту автоматизированной системы управления и отдельным видам обеспечений; определять окончательные решения по общесистемным вопросам автоматизированной системы управления; определять решения по техническому обеспечению автоматизированной системы управления; определять решения

	по информационному обеспечению автоматизированной системы управления; определять решения по программному обеспечению автоматизированной системы управления.
ПК-2. Способен к проведению исследования автоматизируемого объекта и подготовка технико-экономического обоснования создания автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-1.3. Способен разрабатывать алгоритмы и способы работы в САПР, а также разрабатывать программы для выполнения графических и текстовых разделов проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами; определять предварительные решения по выбранному варианту автоматизированной системы управления

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аппаратное обеспечение робототехнических системе» относится к числу профессиональных учебных дисциплин формируемых участниками образовательных отношений (Б1.2.1) основной образовательной программы магистратуры.

«Аппаратное обеспечение робототехнических системе» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части Блока 1.1.2

– Механика и динамика манипуляторов;

– Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении;

В части формируемой участниками образовательных отношений блока 1.2:

– Аппаратное обеспечение робототехнических систем

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(е) единиц(ы) (216 часов).
Изучается на 2 семестрах обучения. Форма промежуточной аттестации -зачет

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**144**	144
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ		72

2.2	Самостоятельное изучение		72
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет
	Итого	**216**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе. Пример оформления Приложения 1 прилагается.

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Тема 1.** *Основные понятия робототехники* Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов	20	4	2	2		24
2	**Тема 2.** *Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи* Системы координат. Кинематические пары и модели. Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.	28	8	4	4		24
3	**Тема 3.** *Динамика манипуляторов. Приводы.* Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.	28	8	4	4		24
4	**Тема 4.** *Алгоритмы управления. Системы управления.* Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).	24	4	4	4		24
5	**Тема 5.** *Программное обеспечение роботов* Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.	20	4	2	2		24

6	**Тема 6.** *Технологические аспекты робототехники* Принципы построения робототехнических комплексов. Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.	24	8	2	2		24
	Итого	**216**	**36**	**18**	**18**		**144**

3.3 Содержание дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль промышленной робототехнике в обществе. Многообразие прикладных робототехнических задач. Основные этапы развития и виды промышленных роботов, средства управления и сенсорные системы. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Тема 1. Основные понятия робототехники

Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов

Тема 2. Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи

Системы координат. Кинематические пары и модели. Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.

Тема 3. Динамика манипуляторов. Приводы.

Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.

Тема 4. Алгоритмы управления. Системы управления.

Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).

Тема 5. Программное обеспечение роботов

Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.

Тема 6. Технологические аспекты робототехники

Принципы построения робототехнических комплексов. Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия (18 часов)

Семинар 1. Классификация роботов
Семинар 2. Структура промышленного робота
Семинар 3. Кинематика манипуляторов
Семинар 4. Преобразование координат
Семинар 5. Система управления робота
Семинар 6. Алгоритмизация технологических процессов
Семинар 7. Программирование роботов
Семинар 8. Датчики роботов
Семинар 9. Задачи динамики роботов

3.4.2.Лабораторные занятия (18 часов)
Лабораторная работа 1. Кинематическая модель робота РМ-01
Лабораторная работа 2. Программирование робота РМ-01
Лабораторная работа 3. Контурный режим в роботе РМ-01
Лабораторная работа 4. Манипулятор робота IRB
Лабораторная работа 5. Пульт робота IRB
Лабораторная работа 6. Технологическая оснастка IRB
Лабораторная работа 7. Среда виртуального программирования Robot Studio
Лабораторная работа 8. Программирование робота IRB в Robot Studio
Лабораторная работа 9. Программирование задачи загрузки-выгрузки в роботе IRB

3.4 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

4.2 Основная литература

1. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем : учеб. пособие для вузов. / под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2005 Гриф УМО

2. Юревич Е.И. Аппаратное обеспечение робототехнических системе : учеб.пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 Гриф УМО

3. Зенкевич С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учеб.для вузов. / Ющенко А.С. - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2004 Гриф МО

4.3 Дополнительная литература

4. Дианов В.Н. Автоматические и электронные системы транспортных средств повышенной надежности :учеб. пособие для вузов. - Коломна: Лига, 2009 Гриф УМО

5. Журавлев В.В. Адаптивный андроидный робот : учеб.-метод. пособие 33-17. / Архипов М.В., Головин В.Ф. - М.: МГИУ, 2012

6. Накано Э. Введение в робототехнику :пер с японского. / под ред. А.М. Филатова - М.: Мир, 1988

7. Головин В.Ф. Позиционно-силовое управление роботами :моделирование, оптимизация, программирование 33-10. / Архипов М.В., Журавлев В.В. - М.: МГИУ, 2008

8. Попов Е.П. Основы роботехники. 1990 - 223с.

9. Головин В.Ф. Лабораторный практикум. Промышленные роботы. Учебно-методическое пособие. М: МГИУ, 1996 - 66с.

10. М.В. Архипов Промышленные роботы и РТК. / В.Ф. Головин, В.В. Журавлёв /Редактор М.В. Архипов - 60с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:.

Название ЭОР	Ссылка
Аппаратное обеспечение	в разработке

робототехнических системе	

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

Автоматизация производственных процессов, Волчкевич Л.И.: Учебн. пособие. – 2-е изд., - М: Машиностроение, 2007. – 380 с.

https://e.lanbook.com/reader/book/726/#7

Выбор заготовок в машиностроении: Кондаков А.И., Васильев А.Ссправочник. – М.: Машиностроение, 2007. –560 с.

https://e.lanbook.com/reader/book/770/#2

Информационный ресурс по программированию Pascal:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLyzA9jKKrXoXuhuTR03GI3THJ4hyUg9mg

Автоматизация и современные технологии.

(http://www.mashin.ru/jurnal/content.php?id=2)

Автоматизация в промышленности. (http://www.avtprom.ru/)

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	RoboGuide	Fanuc ltd.	Лицензионное	
2	Robot Studdio	ABB ltd.	Лицензионное	

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами, а также и подборка материалов для лекций и лабораторных работ. Для проведения лабораторных работ требуется компьютерный класс (АВ1105, АВ2618)

Оборудование и аппаратура:

- проектор с компьютером и подборкой материалов для лекций и лабораторных работ.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Аппаратное обеспечение робототехнических системе» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, семинарские занятия, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к промежуточному итоговому тестированию.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «Автоматика и управление» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и

содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 2

Раздел 7 РПД - ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Аппаратное обеспечение робототехнических системе»

Направление подготовки

15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Роботизированное сварочное производство»

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, зачет.

Обучение по дисциплине «Аппаратное обеспечение робототехнических системе» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен к подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-1.1. Знает состав комплекса средств автоматизации; общие технические требования и функциональное назначение автоматизированных систем управления технологическими процессами; систему условных обозначений в проектировании; правила и порядок подготовки исходных данных для разработки проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами. ИПК-1.2 Умеет осуществлять подготовку исходных данных для разработки проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами; формировать предварительные проектные решения для автоматизированной системы управления и ее частей; формировать основные проектные решения для автоматизированной системы управления и ее частей; разрабатывать текстовую и графическую части документации технического проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами. ИПК-1.3. Владеет способностью выбирать алгоритмы и способы работы в САПР и программы для выполнения графических и текстовых разделов проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами; определять предварительные решения по выбранному

	варианту автоматизированной системы управления и отдельным видам обеспечений; определять окончательные решения по общесистемным вопросам автоматизированной системы управления; определять решения по техническому обеспечению автоматизированной системы управления; определять решения по информационному обеспечению автоматизированной системы управления; определять решения по программному обеспечению автоматизированной системы управления.
ПК-2. Способен к проведению исследования автоматизируемого объекта и подготовка технико-экономического обоснования создания автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-1.3. Способен разрабатывать алгоритмы алгоритмы и способы работы в САПР , а также разрабатывать программы для выполнения графических и текстовых разделов проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами; определять предварительные решения по выбранному варианту автоматизированной системы управления

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос/ собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	ЗЛР	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью	Задания для защиты лабораторных работ

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и прохождение промежуточного и итогового теста, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль выполняется с применением Банка тестовых вопросов (частично). Примеры тестов представлены ниже**.** Для подготовки к тестированию и к устному опросу по темам в разделе 3.7.1.1 приведён перечень контрольных вопросов. Результаты текущего контроля успешно зачитываются, если при тестировании набрано не менее 60 баллов из 100 возможных.

Темы	Тест	Устный опрос	Вопросы к зачету
Тема 1. *Основные понятия робототехники* Определения промышленных роботов и	Вопросы 1-5	Вопросы 1-7	Вопросы 1-6

робототехнических комплексов			
Тема 2. *Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи* Системы координат. Кинематические пары и модели. Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.	Вопросы 6-14	Вопросы 8-15	Вопросы 4-12
Тема 3. *Динамика манипуляторов. Приводы.* Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.	Вопросы 19-24	Вопросы 15-24	Вопросы 16-28
Тема 4. *Алгоритмы управления. Системы управления.* Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).	Вопросы 24-28	Вопросы 25-34	Вопросы 27-35
Тема 5. *Программное обеспечение роботов* Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.	Вопросы 29-32	Вопросы 35-45	Вопросы 33-41
Тема 6. *Технологические аспекты робототехники* Принципы построения робототехнических	Вопросы 33-40	Вопросы 46-54	Вопросы 40-51

комплексов. Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.			

7.3.1.1 Вопросы для устного собеседования на лабораторных занятиях

Вопросы к защите лабораторных работ 1-3

1. Перечислить меры безопасности при работе с роботом РМ-01.
2. Назвать основной состав промышленного робота и его органы управления.
3. Рассказать о конструкции манипулятора «Пума-560».
4. Перечислить основные технические характеристики робота.
5. Какие системы координат использует робот?
6. Состав программного обеспечения робота и основные характеристики системы ARPS?
7. Порядок действий при включении робота.
8. Порядок действий при редактировании программы и ее исполнении.
9. Порядок действий при обучении новых точек (абсолютной, комбинированной, координатной).
10. Характер движений при управлении с пульта ручного управления в режимах JOINT, WORLD, TOOL.
11. Программа точечной сварки (20 точек через 10 мм в направлении оси X по прямой:

а) все точки получены обучением,

б) только первая точка получена обучением.

12. Программа завинчивания 10 гаек на крышке гайковертом с использованием датчика усилия затяжки.
13. Как переместить в режиме ручного управления схват в точку с координатами X=Y=Z=200.
14. Как мониторной директивой или в программе учесть притупление сверла на 2 мм?
15. Программа перехода из заданной точки (известны ее координаты) в другую (ее координаты тоже известны).
16. Какой вид интерполяции используется при выполнении команд GO A, GOS A?
17. Чем отличается позиционная система управления от контурной? Перечислить функции МАВ, МПИ, МВВ?
18. Есть ли в «СФЕРЕ-36» параллельный интерфейс? 19. Каков тип датчиков в РМ-01:

− потенциометрический;

− фото-импульсный (ФИД);

− кодово-импульсный (КИД).

20. Определяют ли направление датчики РМ-01?
21. В чем состоит режим «калибровка»?
22. Как показать, что СУ «СФЕРА-36» имеет (не имеет) блоки решения прямой и обратной кинематических задач?
23. Записана программа дуговой сварки с обучением точкам. Как воспользоваться этой программой для изделия, смещенного параллельно вверх на 40мм?
24. Разработать программу перехода из произвольной точки в задан- ную.

25. Разработать программу дуговой сварки прямолинейного шва длиной 100 мм со скоростью 10 мм/с с наложенными колебаниями элек- трода (10 колебаний с амплитудой 10мм).

26. Каковы алгоритмы для реализации команд GO A; GOS A; GONEAR A,50; SP 100; DEL 5; OUT 5; WAIT IN 3; BASE 10,20,30,45?

27. Как произвести загрузку (считывание) программ (точек) в ОЗУ СУ «Сфера-36» с помощью программы terminal.

Вопросы к защите лабораторных работ 4-6

1. Перечислить элементы (основные кнопки) панели оператора.

2. Состав и назначение группы кнопок на панели оператора, отвеча- ющие за включение СУ.

3. Состав и назначение группы кнопок на панели оператора, отвеча- ющие за включение манипулятора.

4. Режим определения абсолютного положения манипулятора. Назначение и способ запуска.

5. Основные опции режима редактирования программ.

6. Основные опции режима обучения точек.

7. Режимы ручного управления манипулятором.

8. Виды точек, которыми может оперировать СУ робота.

9. Определение понятий программа, файл, переменная, массив.

10. Перечислить команды, отвечающие за режимы перемещения манипулятора (прямолинейное, интерполированное).

11. Перечислить команды управления технологическим инструментом.

12. Синтаксис записи команд ветвления.

13. Синтаксис записи команд циклов.

14. Перечень служебных команд при программировании (задержки, задание скорости, смена конфигурации).

15. Виды режимов задания конфигурации манипулятора.

16. Команда задания конфигурации манипулятора. Синтаксис записи и варианты данных.

17. Перечень логических операторов используемых для проверки условий.

18. Перечислить средства и методы редактирования программ.

19. Виды возможных ошибок возникающих в процессе отработки управляющих программ.

20. Способы работы с внешним носителем информации (flash- памятью), при считывании и сохранении управляющих программ.

21. Какая специфика применения команд управления скоростью пе- ремещения технологической оснастки манипулятора.

23. Назначение и использование команды CONTINUE.

24. Варианты команд для завершения управляющей программы.

25. Синтаксис команд для вызова подпрограмм.

26. Команды работы с переменными. Объявление переменных. Внутренние счетчики.

27. Последовательность выключения робота с СУ IntNCR.

28. Режимы ручного управления манипулятором: методы запуска, основные кнопки на панели управления.

29. Последовательность разработки управляющей программы роботом для решения им задачи нанесения герметика на блок ТНВД.

30. Предназначение и методы построения циклограммы решения за- дачи нанесения герметика с использованием РТК на базе системы управления IntNCR.

Вопросы к защите лабораторных работ 7-9

1. Перечислить команды управления технологическим инструмен- том.
2. Синтаксис записи команд ветвления.
3. Синтаксис записи команд циклов.
4. Перечень служебных команд при программировании (задержки, задание скорости, смена конфигурации).
5. Перечислить средства и методы редактирования программ.
6. Способы работы с внешним носителем информации (flash-памятью), при считывании и сохранении управляющих программ.
7. Назначение и использование команды CONTINUE.
8. Варианты команд для завершения управляющей программы.
9. Синтаксис команд для вызова подпрограмм.
10. Последовательность выключения робота с СУ IRC5.
11. Последовательность разработки управляющей программы робо- том для решения им задачи сборки «пирамиды»?
12. Как организовать циклы в теле программы?
13. Как запустить программу на выполнение в циклическом режиме?

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 2 семестре обучения в форме зачета

Зачет проводится в форме итогового теста, ответы предоставляются письменно с прохождением компьютерного тестирования. Билеты формируются случайным образом из списка представленного ниже перечня.

Регламент проведения зачета:

1. Итоговый тест В включает более 100 вопросов из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания.

2. Перечень вопросов содержит 51 вопросов по изученным темам на лекционных и семинарских занятиях (прилагается).

3. Время на подготовку к итоговому тестированию - включает время на самостоятельную работу – 72 часа.

4. Проведение аттестации (зачета) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий".

Перечень вопросов для подготовки к зачету и составления итоговых вопросов для теста (ПК-1, ПК-2)

1. Основные определения ПР, РТК
2. Технические характеристики роботов. Примеры.
3. Кинематические модели роботов.
4. Преобразования координат.
5. Однородные преобразования и однородные матрицы.
6. Прямая задача кинематики робота.
7. Задача планирования траекторий.
8. Классификация приводов роботов
9. Виды и алгоритмы управления роботами.
10. Роботоориентированные языки программирования
11. Принципы построения РТК
12. РТК механообработки

13. РТК сборки
14. РТК лазерной и плазменной обработки
15. РТК дуговой и точечной сварки
16. РТК окраски
17. РТК литейного производства
18. РТК штамповки
19. Критерии эффективности РТК
20. Приводы робота РМ-01
21. Приводы робота МП-9
22. Язык АРПС
23. Поколения роботов
24. История робототехники
25. Прямая обратная задача кинематики робота
26. Система управления СФЕРА-36
27. Система управления НЦТМ 01
28. Датчики роботов
29. Фотоиммульсный датчик
30. Кодовоимпульсный датчик
31. Тахогенератор
32. Двигатель постоянного тока
33. Зона достижимости робота
34. Матричные преобразования
35. Перевод сиз систем координатор
36. Системы координат
37. Сферическая система координат
38. Контурная система координат
39. Ангулярная система координат
40. Декартовая система координат
41. Вычисление моментов приводов
42. Позиционное управление
43. Контурное управление
44. Задачи динамики
45. Обратная задача динамики
46. Силовое управление
47. Позиционно-силовое управление
48. Адаптивное управление
49. Сенсорная система робота
50. Микроконтроллер 1801
51. Нижний уровень системы управления роботом РМ-01

Приложение 1

Тематический план содержания дисциплины «Аппаратное обеспечение робототехнических системе»
по направлению подготовки
15.04.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки
«Роботизированное сварочное производство»
Форма обучения : очная
Год набора: 2024/2025
(Магистр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов		Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	Подгот. к УО	Подгот. к зач.	Э	З
Второй семестр												
1	**Тема 1.** *Основные понятия электропривода*	2	1	2			8		4	4		
2	Лабораторная работа 1. Исследование динамических характеристик электропривода в Matlab. Допуск.	2	2		2	2	8		4	4		
3	**Тема 2.** *Модели электроприводов*	2	3	4			8		4	4		

4	Лабораторная работа 1. Исследование динамических характеристик электропривода в Matlab. Выполнение.	2	4		2	2	8		4	4		
5	**Тема 2.** *Модели электроприводов*	2	5	4			8		4	4		
6	Лабораторная работа 1. Исследование динамических характеристик электропривода в Matlab. Защита.	2	6		2	2	8		4	4		
7	Тема 3. Система импульсно-фазового управления.	2	7	4			8		4	4		
8	Лабораторная работа 2. Исследование системы подчиненного регулирования электродвигателя с независимым. Допуск.	2	8				8		4	4		
9	**Тема 3.** *Система импульсно-фазового управления.*	2	9	4			8		4	4		
10	Лабораторная работа 2. Исследование системы подчиненного	2	10				8		4	4		

	регулирования электродвигателя с независимым. Выполнение.											
11	**Тема 4.** *Скалярное управление электроприводом.*	2	11	4			8		4	4		
12	Лабораторная работа 2. Исследование системы подчиненного регулирования электродвигателя с независимым. Защита.	2	12		2	2	8		4	4		
13	**Тема 5.** *Векторное управление электроприводом*	2	13	4			8		4	4		
14	Лабораторная работа 3. Моделирование систем импульсно-фазового управления преобразовательных устройств. Допуск.	2	14		2	2	8		4	4		
15	**Тема 6.** *Информационные элементы электроприводов*	2	15	6			8		4	4		
16	Лабораторная работа 3. Моделирование систем импульсно-фазового управления	2	16		2	2	8		4	4		

	преобразовательных устройств. Выполнение.											
17	**Тема 6.** *Информационные элементы электроприводов*	2	17	6			8		4	4		
18	Лабораторная работа 3. Моделирование систем импульсно-фазового управления преобразовательных устройств. Защита.	2	18		4	4	8		4	4		
	Форма аттестации	19-21										**зач.**
	Всего часов по дисциплине			36	18	18	144		72	72		
	Итого часов по дисциплине			216								