Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.05.2026 15:41:44
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

_____ /Е.В. Сафонов /

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление роботами и робототехническими комплексами

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль
Роботы и робототехнические комплексы

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Автоматика и управление»,
к.т.н. /А.А. Филимонова/

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

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент /В.Р. Гасияров/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
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 8
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 9
4.3 Дополнительная литература 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5 Материально-техническое обеспечение 10
6 Методические рекомендации 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7 Фонд оценочных средств 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3 Оценочные средства 18

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины: теоретическая и практическая подготовка студентов в области систем автоматического, автоматизированного и ручного управления роботами и другими средствами робототехники, а также техническими системами и комплексами, содержащими эти средства.

Задача дисциплины: изучение систем управления роботами с помощью компьютерного моделирования и исследований типовых систем управления конкретных роботов различного назначения.

Обучение по дисциплине «Управление роботами и робототехническими комп» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-6. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств робототехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ИПК-6.1. Понимает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств робототехнических систем, выбирает системы автоматизированного проектирования робототехнических систем; ИПК-6.2. Работает с программными средствами с использованием современных прикладных программ по расчету робототехнических систем; ИПК-6.3. Рассчитывает и проектирует детали, узлы и устройства робототехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	**Знать:** основные типы систем ручного и автоматического управления роботами и робототехническими комплексами, принципы их построения и функционирования. **Уметь:** пользоваться аспектами проектирования и практической реализации различных архитектур автоматизированных информационно-управляющих систем роботов и робототехнических комплексов. **Владеть:** навыками по проектированию систем автоматического управления роботами, их алгоритмизации и реализации при помощи специализированного программного обеспечения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемая участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Автоматизация типовых технологических процессов в автомобилестроении

Автоматизация типовых технологических процессов в машиностроении

Введение в профессию
Высокоточный электропривод роботов
Гидравлические и пневматические средства автоматики
Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование
Диагностика и надежность автоматизированных систем
Динамика жидкости и газа
Информационная безопасность автоматизированных систем
Информационно-управляющие устройства в робототехнике
Комплексы технических средств в системах автоматического управления
Компьютерные и промышленные интерфейсы и сети
Математические основы робототехнических систем
Механика роботов и мехатронных модулей
Моделирование роботов и робототехнических систем
Моделирование систем управления
Проектирование автоматизированных систем
Производственная практика (преддипломная)
Теория автоматического управления
Технические средства автоматизации
Техническое обслуживание и ремонт оборудования
Эксплуатация и наладка мехатронных и робототехнических систем
Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов
Электрические машины.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7	8
1	**Аудиторные занятия**	**96**	**54**	**42**
	В том числе:			
1.1	Лекции	64	36	28
1.2	Семинарские/практические занятия	32	18	14
1.3	Лабораторные занятия	-	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**120**	**54**	**66**
	В том числе:			
2.1	Работа с конспектом лекций	32	18	14
2.2	Подготовка к практическим занятиям	35	27	8
2.3	Выполнение курсовой работы и оформление пояснительной записки	26	-	26
2.4	Подготовка к зачету	9	9	-
2.5	Подготовка к экзамену	18	-	18
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет	экзамен, КР
	Итого	**216**	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Математическое описание роботов**	**20**	**8**	**0**	**0**	**0**	**12**
1.1	Тема 1. Схемы систем управления роботов.		4				6
1.2	Тема 2. Математическое описание элементов робота-манипулятора.		4				6
2	**Раздел 2. Системы дискретного циклового программного управления роботов**	**30**	**8**	**4**	**0**	**0**	**18**
2.1	Тема 1. Понятие о цикловой системе управления роботами.		4	2			9
2.2	Тема 2. Цикловое управление несколькими приводами робота-манипулятора.		4	2			9
3	**Раздел 3. Системы дискретного позиционного программного управления роботов**	**34**	**8**	**8**	**0**	**0**	**18**
3.1	Тема 1. Понятие о позиционном управлении робота.		4	4			9
3.2	Тема 2. Алгоритмы позиционного управления.		4	4			9
4	**Раздел 4. Системы непрерывного (контурного) программного управления роботов**	**36**	**10**	**8**	**0**	**0**	**18**
4.1	Тема 1. Непрерывное управление отдельными приводами робота.		4	4			8
4.2	Тема 2. Совместное непрерывное управление элементами робота-манипулятора.		6	4			10
5	**Раздел 5. Системы адаптивного и интеллектуального управления роботов**	**32**	**10**	**4**	**0**	**0**	**18**
5.1	Тема 1. Схемы систем адаптивного управления.		6	2			10
5.2	Тема 2. Понятия о системах интеллектуального управления		4	2			8
6	**Раздел 6. Системы управления средствами робототехники человеком-оператором**	**32**	**10**	**4**	**0**	**0**	**18**

6.1	Тема 1. Классификация систем управления роботами посредством оператора.		6	2			10
6.2	Тема 2. Удаленное управления роботами-манипуляторами.		4	2			8
7	**Раздел 7. Групповое управление в робототехнических системах**	**32**	**10**	**4**	**0**	**0**	**18**
7.1	Тема 1. Задачи и способы группового управления.		6	2			10
7.2	Тема 2. Тенденции развития современных устройств управления роботов		4	2			8
	Итого	**216**	**64**	**32**	**0**	**0**	**120**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Математическое описание роботов

Функциональная схема системы управления роботов. Математическое описание манипуляторов. Математическое описание механической системы манипуляторов. Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов. Учет упругости звеньев манипулятора. Математическое описание приводов. Математическое описание манипулятора с приводами. Математическое описание систем передвижения роботов. Математическое описание человека-оператора. Моделирование роботов на ЭВМ. Классификация способов управления роботами.

Раздел 2. Системы дискретного циклового программного управления роботов

Особенности цикловых систем управления роботов. Цикловое управление отдельным приводом. Совместное цикловое управление приводами манипуляторов. Резонансные цикловые приводы и манипуляторы.

Раздел 3. Системы дискретного позиционного программного управления роботов

Особенности позиционного управления. Дискретное позиционное управление отдельным приводом. Совместное дискретное позиционное управление приводами манипулятора. Общий порядок исследования динамики и синтеза алгоритмов дискретно позиционного программного управления.

Раздел 4. Системы непрерывного (контурного) программного управления роботов

Особенности непрерывного управления роботами. Непрерывное управление отдельным приводов. Непрерывное управление приводом с последовательной коррекцией. Непрерывное управление приводом с коррекцией с помощью обратных связей. Робастные системы непрерывного управления приводов. Системы непрерывного управления с обратной связью по ускорению. Релейные системы управления. Совместное непрерывное (контурное) управление приводами манипулятора. Системы совместного контурного управления с последовательной коррекцией (с компенсатором). Системы совместного управления с динамической коррекцией с помощью обратных связей. Системы управления манипулятора совместно по положению и силе (моменту).

Раздел 5. Системы адаптивного и интеллектуального управления роботов

Функциональная схема системы сенсорного (очувствленного) управления роботов. Системы адаптивного управления. Адаптивное управление отдельным приводом. Адаптивное управление манипулятором. Системы интеллектуального управления. Особенности управления средствами передвижения роботов.

Раздел 6. Системы управления средствами робототехники человеком-оператором

Классификация систем управления средствами робототехники человеком-оператором. Системы командного управления. Системы копирующего управления манипулятора. Системы управления с задающей рукояткой. Системы супервизорного и интерактивного управления. Особенности управления человеком-оператором средствами передвижения.

Раздел 7. Групповое управление в робототехнических системах

Задачи группового управления. Способы группового управления. Аппаратура управления роботов. Развитие устройств управления роботов. Современные устройства управления средствами робототехники и тенденции их развития.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическая работа 1 (выполняется на практических занятиях 1-2). Разработка требований к системе дискретного циклового программного управления робота.

Практическая работа 2 (выполняется на практических занятиях 3-4). Разработка объектно-ориентированной архитектуры системы дискретного программного управления робота.

Практическая работа 3 (выполняется на практических занятиях 5-6). Разработка архитектуры распределенной системы позиционного программного управления робота.

Практическая работа 4 (выполняется на практических занятиях 7-8). Разработка программной документации для системы непрерывного программного управления робота.

Практическая работа 5 (выполняется на практических занятиях 9-10). Реализация программы моделирования работы системы непрерывного программного управления робота.

Практическая работа 6 (выполняется на практических занятиях 11-12). Реализация программы моделирования системы автоматического управления в объектно-ориентированной парадигме.

Практическая работа 7 (выполняется на практических занятиях 13-14). Реализация процесса обмена сообщениями в распределенной информационно-управляющей системе.

Практическая работа 8 (выполняется на практических занятиях 15-16). Реализация системы сбора и обработки информации при групповом управлении в робототехнических системах.

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

"Разработка системы управления для многоканального динамического объекта (элемента робототехнического комплекса)"

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами : учебник для среднего профессионального образования / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13082-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/587818.

2. Калихман, Д. М. Математическое моделирование мехатронных систем. В 3 частях. Ч.2. Прецизионные стенды с инерциальными чувствительными элементами для контроля гироскопических приборов : учебно-методическое пособие / Д. М. Калихман, Е. А. Депутатова. — Саратов : Саратовский государственный технический университет, 2021. — 72 с. — ISBN 978-5-7433-3455-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/122625.html.

3. Окунева Г.Л. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Окунева Г.Л., Рябцева С.В.. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2022. — 76 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/133720.html.

4. Методы и средства управления промышленными роботами : учебное пособие / М.Е. Вильбергер [и др.].. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-4616-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/126503.html.

4.3 Дополнительная литература

1. Гидропневмосистемы робототехнического комплекса : учебник для вузов / под редакцией А. Н. Совы. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 212 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14219-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/588562.

2. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / Черняева С.Н., Денисенко В.В.. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/50630.html.

3. Бурьков Д.В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие / Бурьков Д.В., Волощенко Ю.П.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. — 159 с. — ISBN 978-5-9275-3625-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/107953.html.

4. Скворцов С.В. Алгоритмы и программные средства имитационного моделирования систем : учебное пособие / Скворцов С.В., Хрюкин В.И.. — Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 2023. — 112 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134847.html.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Windows
2. Microsoft-Office

3. Matlab Simulink

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

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

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выполненным заданиям каждого студента и учебной группы в целом. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Управление роботами и робототехническими комп» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов заданий для практических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к промежуточной аттестации.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение курсовой работы и подготовка пояснительной записки;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету;
- подготовка к экзамену;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита практических работ;
- курсовая работа;
- зачет;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ПК-6	Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств робототехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Управление роботами и робототехническими комп»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Защита практической работы	Практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом. Выполненную практическую работу студент показывает преподавателю (программа/проект или расчетная работа в электронном виде на компьютере). При проверке преподаватель оценивает качество выполнения, правильность расчетов, правильность подбора оборудования. Учитываются сроки выполнения работы. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу и показали ее преподавателю. На защите каждому студенту задаются 3 вопроса на тему практической работы в формате "вопрос-ответ".
3	Промежуточный	Зачет	Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

			Зачет проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения зачета его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя теоретическими вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Время подготовки к ответу не более 40 минут. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные данной рабочей программой (выполнили и успешно защитили практические работы)
4	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. На подготовку студенту дается 1 час (60 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные данной рабочей программой (выполнили и успешно защитили практические работы).
4	Промежуточный	Курсовая работа	Курсовая работа, выполненная в соответствии с требованиями по содержанию и оформлению, защищается в сроки, предусмотренные графиком выполнения курсовых проектов по данной дисциплине. Курсовая работа выдается во 8-м семестре не позднее 5-й академической недели. График выполнения курсового проекта следующий:

			1-4-я академическая недели - изучение теоретических основ; 5-я академической неделя - получения задания на курсовую работу; 6-11-я академические недели - выполнение курсового проекта; 12-13-я академические недели - Представление чистового варианта курсового проекта; 14-я академическая неделя - Защита курсового проекта. Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд заданий в соответствие с методическим указанием. Преподаватель выставляет предварительную оценку. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях и отвечает на вопросы.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
	Не зачтено	**Зачтено**		
знать: основные типы систем ручного и автоматического управления роботами и робототехническими комплексами, принципы их построения и функционирования.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные типы систем ручного и автоматического управления роботами и робототехническими комплексами, принципы их построения и функционирования.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные типы систем ручного и автоматического управления роботами и робототехническими комплексами, принципы их построения и функционирования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные типы систем ручного и автоматического управления роботами и робототехническими комплексами, принципы их построения и функционирования. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные типы систем ручного и автоматического управления роботами и робототехническим и комплексами, принципы их построения и функционирования. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: пользоваться аспектами проектирования и практической реализации различных архитектур	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: пользоваться аспектами проектирования и практической	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: пользоваться аспектами проектирования и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: пользоваться аспектами проектирования и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: пользоваться аспектами

автоматизированных информационно-управляющих систем роботов и робототехнических комплексов.	реализации различных архитектур автоматизированных информационно-управляющих систем роботов и робототехнических комплексов.	практической реализации различных архитектур автоматизированных информационно-управляющих систем роботов и робототехнических комплексов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	практической реализации различных архитектур автоматизированных информационно-управляющих систем роботов и робототехнических комплексов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	проектирования и практической реализации различных архитектур автоматизированных информационно-управляющих систем роботов и робототехнических комплексов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками по проектированию систем автоматического управления роботами, их алгоритмизации и реализации при помощи специализированного программного обеспечения.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: навыками по проектированию систем автоматического управления роботами, их алгоритмизации и реализации при помощи специализированного программного обеспечения.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: навыками по проектированию систем автоматического управления роботами, их алгоритмизации и реализации при помощи специализированного программного обеспечения. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: навыками по проектированию систем автоматического управления роботами, их алгоритмизации и реализации при помощи специализированного программного обеспечения. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: навыками по проектированию систем автоматического управления роботами, их алгоритмизации и реализации при помощи специализированного программного обеспечения. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: зачет

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные 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.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамен

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	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.
Неудовлетворительно	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.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: курсовая работа.

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита курсовой работы	Отлично: Количество набранных баллов за пояснительную	Критерии оценивания: – Соответствие техническому заданию:

	записку и защиту работы – 9-10. Хорошо: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 7-8. Удовлетворительно: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 5-6. Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 0-4.	3 балла – полное соответствие техническому заданию, выполнены все задания из методических указаний 2 балла – полное соответствие техническому заданию, выполнено в подавляющее большинство дополнительных заданий из методических указаний 1 балл – не полное соответствие техническому заданию, выполнена только часть дополнительных заданий 0 баллов – не соответствие техническому заданию, не выполнены дополнительные задания или выполнена только малая их часть – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка выполнена по требованиям методических указаний кафедры, имеет выполненную и соответствующе оформленную графическую и расчетную части. 2 балла – пояснительная записка выполнена по требованиям методических указаний кафедры, имеет выполненную и соответствующе оформленную графическую и расчетную части, однако с не значительными неточностями. 1 балл – пояснительная записка выполнена по требованиям методических указаний кафедры, имеет ошибки в графической и расчетной части. 0 балл – пояснительная записка выполнена не по требованиям методических указаний кафедры и имеет критические ошибки в графической и расчетной части. Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными расчетов, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными расчетов, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы

		1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. Максимальное количество баллов – 9.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Защита практической работы	Зачтено: набрано 3 и более баллов Не зачтено: набрано 2 и менее баллов Критерии оценивания Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - практическое задание выполнено полностью и без ошибок – 2 балла - практическое задание выполнено, однако присутствуют неточности в итоговой работе - 1 балл - практическая работа и отчет выполнены в срок – 1 балл - оформление проекта(программы) соответствует требованиям – 1 балл	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются проекты либо программы, выполненные студентами на компьютере. Выполнение и защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется проект или программа в электронном виде (с экрана). Оценивается качество выполнения, правильность расчетов и написание программы. Студенты, не выполнившие практическую работу, к защите не допускаются.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Типовые вопросы к практическим занятиям

Практическая работа 1:

1. Алгоритмы планирования движения системы дискретного циклового программного управления.
2. Контроль за состоянием робота системы дискретного циклового программного управления.
3. Особенности написания программ системы дискретного циклового программного управления.
4. Обучающие системы дискретного циклового программного управления.

5. Разработка системы аварийной остановки и аварийного отключения.

Практическая работа 2:

1. Определение и формулировка требований объектно-ориентированной архитектуры.

2. Особенности создания концептуальной модели системы объектно-ориентированной архитектуры.

3. Разработка логической модели системы объектно-ориентированной архитектуры.

4. Как выполняется адаптация шаблонов проектирования под конкретные задачи предметной области?

5. Выбор языка программирования объектно-ориентированной архитектуры.

Практическая работа 3:

1. Обзор существующих решений и инструментальных средств распределенной системы позиционного программного управления робота.

2. Особенности архитектуры аппаратного обеспечения распределенной системы позиционного программного управления робота.

3. Особенности архитектуры программного обеспечения распределенной системы позиционного программного управления робота.

4. Приведите пример реализации аппаратного и программного обеспечения распределенной системы позиционного программного управления робота.

5. Как выполняется тестирование системы?

Практическая работа 4:

1. Что такое руководство по техническому обслуживанию?

2. Что относится к эксплуатационным документам?

3. Какие стадии и этапы разработки программ и программной документации? Какие работы на них выполняются?

4. Правила обозначения программ и программных документов

5. Из каких условных частей состоит программный документ?

Практическая работа 5:

1. Как преобразовать дифференциальное уравнение к форме Коши?

2. Как выбрать шаг интегрирования при численном решении дифференциального уравнения?

3. Для чего необходимо ограничивать интегральную составляющую ПИД-регулятора?

4. Какие существуют методы численного решения дифференциальных уравнений?

5. Для чего необходимо ограничивать скорость нарастания входного сигнала САУ?

Практическая работа 6:

1. В чем заключается преимущество объектно-ориентированного подхода при создании сложных информационных систем?

2. Какие существуют признаки сложных систем?

3. Какие существуют виды иерархий?

4. В чем различие объекта и класса?

5. Для чего строятся диаграммы состояний системы?

Практическая работа 7:

1. В каких случаях целесообразно разрабатывать распределенные информационно управляющие системы?

2. Какие существуют способы организации системы сообщений между модулями?

3. Какова обобщенная структура программного модуля?

4. Как происходит преобразование данных при передаче сообщения?

5. Как происходит преобразование данных при приеме сообщения?

Практическая работа 8:

1. Как строится иерархия программных модулей в распределенной системе сбора и обработки данных?

2. Как целесообразно организовать передачу сообщений между программными модулями системы?

3. Зачем необходимо снижать скорость моделирования в среде MATLAB при ее взаимодействии со внешними программами?

4. Можно ли использовать для всех модулей системы одинаковую структуру?

5. Будет ли целесообразно использовать объектно-ориентированный подход при реализации данной системы?

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к зачету

1. Функциональная схема системы управления роботов.	ПК-6
2. Математическое описание манипуляторов.	ПК-6
3. Математическое описание механической системы манипуляторов.	ПК-6
4. Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов.	ПК-6
5. Учет упругости звеньев манипулятора.	ПК-6
6. Математическое описание приводов.	ПК-6
7. Математическое описание манипулятора с приводами.	ПК-6
8. Математическое описание систем передвижения роботов.	ПК-6
9. Математическое описание человека-оператора.	ПК-6
10. Моделирование роботов на ЭВМ.	ПК-6
11. Классификация способов управления роботами.	ПК-6
12. Системы дискретного циклового программного управления роботов	ПК-6
13. Особенности цикловых систем управления роботов.	ПК-6
14. Цикловое управление отдельным приводом.	ПК-6
15. Совместное цикловое управление приводами манипуляторов.	ПК-6
16. Резонансные цикловые приводы и манипуляторы.	ПК-6
17. Системы дискретного позиционного программного управления роботов	ПК-6
18. Особенности позиционного управления.	ПК-6
19. Дискретное позиционное управление отдельным приводом.	ПК-6
20. Совместное дискретное позиционное управление приводами манипулятора.	ПК-6
21. Общий порядок исследования динамики и синтеза алгоритмов дискретно позиционного программного управления.	ПК-6

Вопросы к экзамену

1. Системы непрерывного (контурного) программного управления роботов	ПК-6
2. Особенности непрерывного управления роботами.	ПК-6
3. Непрерывное управление отдельным приводов.	ПК-6
4. Непрерывное управление приводом с последовательной коррекцией.	ПК-6
5. Непрерывное управление приводом с коррекцией с помощью обратных связей.	ПК-6
6. Робастные системы непрерывного управления приводов.	ПК-6
7. Системы непрерывного управления с обратной связью по ускорению.	ПК-6
8. Релейные системы управления.	ПК-6
9. Совместное непрерывное (контурное) управление приводами манипулятора.	ПК-6
10. Системы совместного контурного управления с последовательной коррекцией (с компенсатором).	ПК-6
11. Системы совместного управления с динамической коррекцией с помощью обратных связей.	ПК-6
12. Системы управления манипулятора совместно по положению и силе (моменту).	ПК-6
13. Системы адаптивного и интеллектуального управления роботов	ПК-6

14. Функциональная схема системы сенсорного (очувствленного) управления роботов.	ПК-6
15. Системы адаптивного управления.	ПК-6
16.Адаптивное управление отдельным приводом.	ПК-6
17. Адаптивное управление манипулятором.	ПК-6
18. Системы интеллектуального управления.	ПК-6
19. Особенности управления средствами передвижения роботов.	ПК-6
20. Системы управления средствами робототехники человеком-оператором	ПК-6
21. Классификация систем управления средствами робототехники человеком-оператором.	ПК-6
22. Системы командного управления.	ПК-6
23. Системы копирующего управления манипулятора.	ПК-6
24. Системы управления с задающей рукояткой.	ПК-6
25. Системы супервизорного и интерактивного управления.	ПК-6
26. Особенности управления человеком-оператором средствами передвижения.	ПК-6
27. Задачи группового управления.	ПК-6
28. Способы группового управления.	ПК-6
29. Аппаратура управления роботов.	ПК-6
30. Развитие устройств управления роботов.	ПК-6
31. Современные устройства управления средствами робототехники и тенденции их развития.	ПК-6

Курсовая работа

Типовое задание на курсовую работу «Разработка системы управления для многоканального динамического объекта (элемента робототехнического комплекса)»

Целью курсовой работы является получение студентами навыков создания автоматизированных информационно-управляющих систем динамическими объектами, разработки их архитектуры и программной реализации алгоритмов управления.

Задание к курсовому проекту состоит из двух частей.

ЗАДАНИЕ 1. Используя соответствующую модель двухканального объекта управления, разработать управляющую программу, позволяющую управлять этим объектом с заданными показателями качества.

Указанная ИУС должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Реализовывать заданную архитектуру ИУС на выбор на удобном для студента языке программирования.
2. Реализовывать заданный алгоритм управления, который обеспечит заданное качество управления.
3. Сохранять параметры работы объекта управления и его системы управления в файле, совместимым с текстовым форматом документа.
4. Реализовывать функцию аварийного отключения объекта по команде оператора.
5. Реализовывать интерфейс пользователя.
6. Реализовывать режим телеуправления.

ЗАДАНИЕ 2. На основе ИУС, разработанной в задании 1, реализовать последовательное корректирующее устройство электропривода, синтезированное в ходе выполнения первой части курсового проекта.

Порядок выполнения курсового проекта

1. Выделить функциональные и нефункциональные требования.
2. Разработать техническое задание на разработку ИУС.
3. Спроектировать ИУС, реализующую требования в техническом задании.

4. В соответствии с разработанной архитектурой и техническим заданием реализовать управляющую программу на выбранном языке программирования.

5. Настроить коэффициенты алгоритмов управления для обеспечения заданных показателей качества управления.

6. Исследовать качество работы созданной ИУС, а также влияние на это качество скорости протекания процесса моделирования.

7. Выполнить анализ полученных результатов.

8. Оформить отчет по курсовой работе.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать:

1. Структурную схему объекта управления и задание на проектирование.

2. Техническое задание на проектирование ИУС.

3. Программную документацию на ИУС, включающую необходимые диаграммы, описание логики работы ИУС и особенности ее реализации.

4. Руководство системного программиста и руководство оператора.

5. Исходный код программы.

6. Результаты исследований разработанной системы. В этом разделе должны быть проиллюстрированы результаты работы как отдельных модулей управляющей программы, так и всей программы в целом. Результаты работы модулей могут быть представлены в любом наглядном виде (графическом, текстовом). Результат работы разработанной управляющей программы демонстрируется с помощью графиков переходных процессов. Все результаты должны быть прокомментированы и сделаны выводы.

7. Общие выводы по работе.

Вопросы для защиты курсовой работы

1. Какие модели создания программного обеспечения существуют? В чем их отличия и для решения каких задач их лучше использовать?	ПК-6
2. Какие существуют виды требований к программному обеспечению? Классифицируйте требования к курсовому проекту.	ПК-6
3. Какие существуют способы описания требований?	ПК-6
4. Какие существуют виды моделей информационных систем?	ПК-6
5. Можно ли описать систему в задании на курсовой проект с помощью модели конечного автомата?	ПК-6
6. Какие архитектурные модели можно применить при разработке управляющей программы в курсовом проекте? Предложите свои варианты.	ПК-6
7. В чем заключаются особенности программной реализации алгоритмов управления?	ПК-6
8. Как можно реализовать последовательное корректирующее устройство в виде программного обеспечения?	ПК-6
9. Может ли быть неустойчивой система управления с цифровым П-регулятором для объекта управления, описываемого апериодическим звеном первого порядка?	ПК-6