Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2025 15:38:02
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/

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление промышленными мехатронными системами

Направление подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Профиль
Промышленная мехатроника

Квалификация
Магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 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 ... 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 ... 8
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 9
4.2 Основная литература ... 9
4.3 Дополнительная литература ... 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
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 ... 12
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

Целями изучения дисциплины являются ознакомление студентов с назначением, составом, основными элементами и характеристиками промышленных электромеханических и мехатронных систем, а также принципов действия элементов привода.

Задачами изучения дисциплины являются: овладение навыками аппаратной и программной реализации приводов промышленных электромеханических и мехатронных систем; сформировать у студента первоначальные знания и умения по мехатронике, пояснить основную терминологию, понятия и определения, представления о структуре и видах промышленных мехатронных систем, методах построения мехатронных модулей и их компонентах, о датчиках координат движения и технологических параметров.

Обучение по дисциплине «Управление промышленными мехатронными системами» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	**Наименование показателя оценивания**
ПК-4. Способен осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации при реализации технологических процессов в машиностроении.	ИПК-4.1. Понимает основы конфигурирования и программирования промышленных автоматизированных систем, основные принципы создания средств автоматизации и их структуру, основные принципы проектирования и обеспечения автоматического производственного процесса; ИПК-4.2. Выбирает необходимое программное обеспечение для построения конкретного автоматизированного технологического процесса, применяет методы для решения задач проектирования современного производства машиностроения; ИПК-4.3. Выполняет мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации при реализации технологических процессов в машиностроении.	**Знать**: состав и принципы работы приводов современных промышленных мехатронных и робототехнических устройств на базе двигателей различного типа **Уметь**: правильно и рационально выбирать различные типы приводов для конкретных промышленных мехатронных систем с учетом назначения и условий эксплуатации, а также преимуществ и недостатков приводов различного типа **Владеть**: аппаратной и программной реализации приводов робототехнических и мехатронных систем

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

SCADA-системы в автоматизированном производстве
Автоматизированное проектирование электротехнической документации
Защита интеллектуальной собственности
Интеллектуальные системы управления
Математическое моделирование объектов управления и мехатронных систем
Машинное обучение
Монтаж и наладка мехатронных и робототехнических систем
Программирование на языке высокого уровня
Программное обеспечение и системные функции контроллеров
Проектирование мехатронных систем
Производственная практика (преддипломная)
Современные методы теории управления
Теория эксперимента
Техносферная безопасность
Управление инженерными проектами
Учебная практика (педагогическая)
Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем
Электротехнические системы

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			4
1	**Аудиторные занятия**	**56**	**56**
	В том числе:		
1.1	Лекции	28	28
1.2	Семинарские/практические занятия	14	14
1.3	Лабораторные занятия	14	14
2	**Самостоятельная работа**	**88**	**88**
	В том числе:		
2.1	Выполнение и защита РГР	42	42
2.2	Подготовка к экзамену	18	18
2.3	Подготовка отчетов по практическим работам	14	14
2.4	Подготовка отчетов по лабораторным работам	14	14
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

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	**Раздел 1. Введение в предмет. Классификация промышленных мехатронных систем**	**36**	**6**	**4**	**4**	**0**	**22**
1.1	Тема 1. Введение в предмет, классификация промышленных мехатронных систем и их управление.		2				4
1.2	Тема 2. Выбор измерительного преобразователя по условиям функционирования.			2			4
1.3	Тема 3. Промышленные мехатронные системы в металлургии и машиностроении. Организация автоматизированного технологического процесса..		2	2			4
1.4	Тема 4. Исследование характеристик измерительного преобразователя.				2		4
1.5	Тема 5. Требования, предъявляемые к мехатронным модулям, их выбор и области функционирования.				2		4
1.6	Тема 6. Методы построения мехатронных модулей.		2				2
2	**Раздел 2. Промышленные сети в мехатронных системах**	**38**	**8**	**4**	**4**	**0**	**22**
2.1	Тема 1. Классификация промышленных сетей. Сетевая конфигурация.		2				4
2.2	Тема 2. Моделирование работы мостовых преобразователей измерительных элементов информационных систем			2	2		4
2.3	Тема 3. Требования предъявляемые к промышленным сетям. Протоколы.		2				4
2.4	Тема 4. Работа с измерительной схемой.			2			4
2.5	Тема 5. Датчики технологических координат.		2		2		4

2.6	Тема 6. Промышленные роботы как технические средства автоматизации технологического процесса.		2				2
3	**Раздел 3. Регуляторы в мехатронных системах**	**34**	**6**	**4**	**2**	**0**	**22**
3.1	Тема 1. Виды регуляторов в промышленных мехатронных системах: П, ПИ, ПИД и обоснование их выбора.		2				4
3.2	Тема 2. Представление мостовой измерительной схемы расчетным эквивалентом.			2			4
3.3	Тема 3. Программирование промышленных роботов.				2		4
3.4	Тема 4. Исследование мостового преобразователя с подключенной нагрузкой.		2				4
3.5	Тема 5. Управление промышленными роботами.			2			4
3.6	Тема 6. Интеллектуальные регуляторы в промышленных мехатронных системах. Требования, обоснование и выбор.		2				2
4	**Раздел 4. Промышленные мехатронные системы (на примере металлургии)**	**36**	**8**	**2**	**4**	**0**	**22**
4.1	Тема 1. Управление станами холодной прокатки.		2				4
4.2	Тема 2. Моделирование работы аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей информационных систем.				2		4
4.3	Тема 3. Управление гидроприводом положения электродов в сверхмощных дуговых печах.		2				4
4.4	Тема 4. Исследование систем передачи информации с использованием модуляции информационного сигнал.			2	2		4
4.5	Тема 5. Управление вспомогательными механизмами прокатных станов.		2				4
4.6	Тема 6. Управление моталками и разматывателями.		2				2
	Итого	**144**	**28**	**14**	**14**	**0**	**88**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в предмет. Классификация промышленных мехатронных систем

Введение в предмет, классификация промышленных мехатронных систем и их управление. Промышленные мехатронные системы в металлургии и машиностроении. Организация автоматизированного технологического процесса. Методы построения мехатронных модулей. Требования, предъявляемые к мехатронным модулям, их выбор и области функционирования.

Раздел 2. Промышленные сети в мехатронных системах

Классификация промышленных сетей. Сетевая конфигурация. Требования, предъявляемые к промышленным сетям. Протоколы. Датчики технологических координат. Промышленные роботы как технические средства автоматизации технологического процесса. Управление промышленными роботами. Программирование промышленных роботов.

Раздел 3. Регуляторы в мехатронных системах

Виды регуляторов в промышленных мехатронных системах: П, ПИ, ПИД и обоснование их выбора. Интеллектуальные регуляторы в промышленных мехатронных системах. Требования, обоснование и выбор.

Раздел 4. Промышленные мехатронные системы (на примере металлургии)

Управление станами холодной прокатки. Управление гидроприводом положения электродов в сверхмощных дуговых печах. Управление системами натяжения полосы в станах прокатки листа. Управление станами горячей прокатки. Управление вспомогательными механизмами прокатных станов. Управление моталками и разматывателями.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практические занятия 1-2. Практическая работа №1. Выбор измерительного преобразователя по условиям функционирования.

Практические занятия 3-4. Практическая работа №2. Моделирование работы мостовых преобразователей измерительных элементов информационных систем.

Практические занятия 5-6. Практическая работа №3. Представление мостовой измерительной схемы расчетным эквивалентом

Практическое занятие 7. Практическая работа №4. Моделирование работы аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей информационных систем.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия 1-2. Лабораторная работа №1. Исследование характеристик измерительного преобразователя.

Лабораторные занятия 3-4. Лабораторная работа №2. Работа измерительной схемы.

Лабораторные занятия 5-6. Лабораторная работа №3. Исследование мостового преобразователя с подключенной нагрузкой

Лабораторное занятие 7. Лабораторная работа №4. Исследование систем передачи информации с использованием модуляции информационного сигнал.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены.

4.2 Основная литература

1. Системы автоматического управления, мехатроники и робототехники : монография / С. В. Каменский, Г. А. Французова, Г. П. Чикильдин [и др.] ; под редакцией Г. А. Французовой. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 211 с. — ISBN 978-5-7782-3136-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91524.html.

2. Зубкова, Ю. В. Основы мехатроники и робототехники. Анализ манипулятора и проектирование захватных устройств робототехнических систем : учебное пособие / Ю. В. Зубкова, А. В. Щенятский. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 92 с. — ISBN 978-5-4497-4387-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/150822.html.

3. Системы искусственного интеллекта в мехатронике : учебное пособие / А. А. Большаков, М. Б. Бровкова, В. П. Глазков [и др.]. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 252 с. — ISBN 978-5-733-2690-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/80117.html.

4.3 Дополнительная литература

1. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учебное пособие / Ю. В. Подураев. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-4497-0063-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/86501.html.

2. Степыгин В.И. Теория механизмов и основы робототехники. Зубчатое зацепление : учебное пособие / Степыгин В.И., Чертов Е.Д.. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-00032-443-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/95380.html.

3. Гусев, В. В. Основы мехатронных систем : учебное пособие / В. В. Гусев, А. Д. Молчанов, С. А. Поезд ; под редакцией В. В. Гусева. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 128 с. — ISBN 978-5-9729-0797-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124239.html.

4. Деменков Н.П. Программирование и конфигурирование промышленных сетей : учебное пособие / Деменков Н.П.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 116 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/31176.html.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. MATLAB

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 лабораторным занятиям.

При подготовке к практическим и лабораторным 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: раскрыть положительные стороны и недостатки. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Управление промышленными мехатронными системами» 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 РГР;

– 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 экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение и защита РГР;
- подготовка к практическим занятиям;
- 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;
- защита лабораторных работ;
- экзамен;
- выполнение и защита РГР.

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-4	Способен осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации при реализации технологических процессов в машиностроении.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Управление промышленными мехатронными системами»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика оценочного средства
1	Текущий	Защита практической работы	Практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему практической работы. Далее проводится

			защита отчёта каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
	Текущий	Защита лабораторной работы	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
2	Текущий	Выполнение и защита РГР	Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд заданий в соответствие с методическим указанием. РГР оценивается по 100 бальной шкале. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита РГР каждого студента индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
3	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. Длительность экзамена 2 часа (120 минут).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Критерии оценивания компетенций

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ПК-4. Способен осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации при реализации технологических процессов в машиностроении..				
знать: состав и принципы работы приводов современных промышленных мехатронных и робототехнических устройств на базе двигателей различного типа	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: состав и принципы работы приводов современных промышленных мехатронных и робототехнических устройств на базе двигателей различного типа	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: состав и принципы работы приводов современных промышленных мехатронных и робототехнических устройств на базе двигателей различного типа. 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: состав и принципы работы приводов современных промышленных мехатронных и робототехнических устройств на базе двигателей различного типа. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: состав и принципы работы приводов современных промышленных мехатронных и робототехнических устройств на базе двигателей различного типа. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

уметь: правильно и рационально выбирать различные типы приводов для конкретных промышленных мехатронных систем с учетом назначения и условий эксплуатации, а также преимуществ и недостатков приводов различного типа	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет правильно и рационально выбирать различные типы приводов для конкретных промышленных мехатронных систем с учетом назначения и условий эксплуатации, а также преимуществ и недостатков приводов различного типа	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: правильно и рационально выбирать различные типы приводов для конкретных промышленных мехатронных систем с учетом назначения и условий эксплуатации, а также преимуществ и недостатков приводов различного типа. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: правильно и рационально выбирать различные типы приводов для конкретных промышленных мехатронных систем с учетом назначения и условий эксплуатации, а также преимуществ и недостатков приводов различного типа. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: правильно и рационально выбирать различные типы приводов для конкретных промышленных мехатронных систем с учетом назначения и условий эксплуатации, а также преимуществ и недостатков приводов различного типа. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: аппаратной и программной реализации приводов робототехнических и мехатронных систем	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет аппаратной и программной реализации приводов робототехнических и мехатронных систем	Обучающийся не в полностью владеет аппаратной и программной реализации приводов робототехнических и мехатронных систем. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет аппаратной и программной реализации приводов робототехнических и мехатронных систем. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет аппаратной и программной реализации приводов робототехнических и мехатронных систем. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

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 текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Защита практической работы	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один	Отчет по практической работе содержит расчеты, выводы. Защита отчета по практической работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие практическую работу к защите не допускаются

	вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	
Защита лабораторной работы	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	Отчет по лабораторной работе содержит расчеты, выводы. Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие лабораторную работу к защите не допускаются
Выполнение и защита РГР	От 0 до 100 баллов	Набрано 85 и более баллов за РГР. 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. Набрано от 70 до 84 баллов. 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. Набрано от 51 до 69 баллов. 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 Набрано менее 50 баллов. 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

Теоретические вопросы к практической работе №1:

1. Какие основные характеристики имеют измерительные преобразователи?
2. Что такое чувствительность измерительного преобразователя?
3. Какие виды погрешности используются для оценки точности измерительного преобразователя?
4. Как определить нормированное значение выходного сигнала измерительного преобразователя?
5. Каким образом производится нормирование выходного сигнала измерительного преобразователя?

Теоретические вопросы к практической работе №2:

1. В каких случаях требуется использовать мостовые измерительные схемы?
2. Как рассчитать условия равновесия моста?
3. Как определить параметры мостового преобразователя?
4. Как влияет сопротивление нагрузки на характеристику мостового преобразователя?
5. Для чего применяются трех- и четырех-проводные схемы подключения измерительных преобразователей к мостам постоянного тока?

Теоретические вопросы к практической работе №3:

1. Как рассчитать параметры мостового преобразователя с учетом сопротивления нагрузки?
2. Как влияет сопротивление нагрузки на выходной сигнал делителя напряжения?
3. Приведите расчетную формулу выходного сигнала делителя напряжения.
4. Что такое расчетные эквиваленты?
5. Приведите эквивалентную схемы преобразователя с "плавающим" экраном.

Теоретические вопросы к практической работе №4:

1. Какие основные виды АЦП используются в системах передачи информационных сигналов?

2. Приведите структуру параллельного АЦП, АЦП последовательно приближения, двойного интегрирования, сигма-дельта АЦП.

3. Поясните понятие - "время преобразования" для АЦП. Расположите изучаемые АЦП в порядке увеличения времени преобразования.

4. Приведите схему ЦАП. Какой принцип работы ЦАП?

5. Поясните алгоритм работы АЦП последовательного приближения, сигма-дельта АЦП, АЦП двойного интегрирования.

Теоретические вопросы к лабораторной работе №1:

1. Какие виды помех возникают при передачи информационных сигналов по линиям связи?

2. Какие причины возникновения поперечной помехи?

3. Какие способы борьбы с поперечной помехой используются в нормирующих преобразователях?

4. Какие причины возникновения продольной помехи?

5. Перечислите способы борьбы с продольной помехой?

Теоретические вопросы к лабораторной работе №2:

1. Какие виды модуляции сигналов используются в информационных системах?

2. Как зависит частота амплитудной модуляции на точность передачи информационного сигнала?

3. Что такое скважность импульсов при широтно-импульсной модуляции?

4. Каким образом производится демодуляция информационного сигнала?

5. Приведите структурную схему ШИМ модулятора.

Теоретические вопросы к лабораторной работе №3:

1. Чем отличается асинхронная передача сигналов от синхронной?

2. В чем отличие системы последовательной связи от параллельной?

3. Для каких целей используются служебные биты при последовательной асинхронной передачи данных?

4. Как вычисляется бит четности?

5. Что происходит, если частоты генераторов приемника и передатчика системы асинхронной связи отличаются?

Теоретические вопросы к лабораторной работе №4:

1. Понятие об интерфейсе связи.

2. Понятие о контроллерах внешних устройств.

3. Передача цифровых данных по линиям связи.

4. Формат асинхронной последовательной передачи информационного слова.
5. Специальные способы цифровой обработки полезного сигнала

РГР

Тему РГР студент выбирает самостоятельно, используя за основу тему своей выпускной квалификационной работы и области научных исследований. Выбранная тема согласовывается с преподавателем и утверждается, выдается задание на РГР. В случае, если у студента возникают трудности с выбором темы, преподаватель предлагает студенту тему из списка примеров.

Примеры тем для РГР:
1. Управление мехатронной системой конвейера.
2. Управление мехатронной системой непрерывного стана холодной прокатки.
а) Система центрирования полосы
б) Система регулирования толщины
в) Система регулирования ширины
3. Управление мехатронной системой лифта.
4. Управление мехатронной системой непрерывного стана горячей прокатки.
а) Система центрирования полосы
б) Система регулирования толщины
в) Система регулирования ширины
12. Машина подачи кислорода (кислородной фурмы) конвертера
13. Лифт пассажирский
14. Автоматизированная сортировка труб
15. Автоматизированное перемещение мостовых кранов

Задание на РГР:

Разработать систему управления мехатронной системой. Система управления должна иметь несколько подчинённых контуров регулирования. Моделирование должно быть выполнено в программе Matlab/Simulink.

План выполнения РГР:

1. Выполнить описание последовательности технологических операций, принципа действия и характеристик основного технологического оборудования;
2. Сформировать перечень технологических параметров, характеризующих технологический режим процесса, диапазон варьирования параметров согласно технологическому регламенту и качество полуфабриката или готового продукта;
3. Определить цель, задачи и требования к системе управления;
4. Составить техническое задание на проектирование системы управления;
5. Выполнить разработку структурной схемы системы управления;
6. Разработать математическую модель в программе Matlab/Simulink;
7. Выполнить анализ качества переходных процессов;
8. Заключение.

Типовые вопросы к защите РГР

1. Технологические особенности построения исследуемого мехатронного модуля
2. Технологические требования к мехатронному модулю
3. Требования к приводам и системам управления мехатронного модуля
4. Характеристика сенсорных составляющих исследуемого мехатронного модуля
5. Характеристика и кинематическая схема исследуемого механизма
6.Нагрузочные диаграммы и тахограммы (диаграммы перемещения) приводов
7. Структурная схема системы управления
8. Типы интерфейсов.
9. Структуры и порядок обмена информации по интерфейсам связи.
10. Структурная схема контроллера внешних устройств, принципы функционирования.
11. Способы передачи слов цифровой информации.
12. Параллельная передача, последовательная синхронная и асинхронная передача.
13. Порядок синхронизации внутренних генераторов.
14. Программная реализация фильтра низких частот.
15. Какие особенности реализации ПИД алгоритма в промышленных контроллерах?
16. Синтез параметров регулятора контура скорости
17. Синтез параметров регулятора контура перемещения (положения)
18. Система контурного силового управления технологическим объектом
19. Информационные и энергетические потоки в мехатронной системе
20. Экспериментальные методы настройки регуляторов

7.3.2 Промежуточный контроль

Перечень вопросов к экзамену

Текст вопроса	Код компетен-ции
1. Понятие мехатронной системы. Преимущества мехатронных устройств. Принцип синергетической интеграции элементов мехатронной системы	ПК-4
2. Факторы развития мехатроники. Примеры мехатронных модулей и систем, их классификация, особенности конструкции	ПК-4
3. Обобщённая структура мехатронной системы с компьютерным управлением движением. Основные принципы управления.	ПК-4
4. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике. Иерархия управления в мехатронных системах	ПК-4
5. Мехатронные системы управления исполнительного уровня. Адаптивное регулирование по эталонной модели. Нечеткие регуляторы исполнительного уровня	ПК-4
6. Мехатронные системы управления тактического уровня.	ПК-4
7. Интеллектуальные мехатронные системы управления на основе искусственных нейронных сетей	ПК-4
8. Датчики электромагнитных переменных в составе мехатронной системы (классификация, принцип работы)	ПК-4
9. Датчики механических переменных в составе мехатронной системы (классификация, принцип работы)	ПК-4
10. Датчики технологических переменных в составе мехатронной системы (классификация, принцип работы)	ПК-4

11. Исполнительные механизмы мехатронных систем. Электромеханические приводы в мехатронике	ПК-4
12. Электрогидравлические и электропневматические приводы в мехатронике	ПК-4
13. Регуляторы в мехатронных системах. Выбор типа регулятора. Формульный метод определения настроек.	ПК-4
14. Промышленные сети в мехатронных системах. Классификация. Характеристика. Типология	ПК-4
15. УПМС доменной печи. Структура управления. Типовые подсистемы	ПК-4
16. УПМС кислородно-конверторного производства стали. Структура и алгоритм управления конверторной плавкой. Подсистемы регулирования в технологическом процессе	ПК-4
17. Мехатронная система управления поворотом конвертора. Технологические требования к системе управления и приводам. Функциональная схема многодвигательного привода поворота	ПК-4
18. Мехатронная система регулирования положением фурмы конвертора. Кинематическая и функциональная схемы, технологические требования к системе управления	ПК-4
19. УПМС сталевозов и литейных кранов. Требования к приводам и системе управления	ПК-4
20. УПМС машины непрерывного литья заготовок. Основные технологические узлы. Технологические особенности непрерывной разливки стали и основных механизмов МНЛЗ	ПК-4
21. Мехатронная система управления основных механизмов МНЛЗ с целью предотвращения прорывов жидкого металла	ПК-4
22. Основные задачи управления на прокатном стане. Локальные мехатронные системы черновой и чистовой группы стана горячей прокатки. САР скорости реверсивной и нереверсивной клети	ПК-4
23. УПМС положения валков прокатной клети. Технологические требования. Функциональные схемы управления. Регулирования малых, средних и больших перемещений	ПК-4
24. Принципы регулирования натяжения полосы.	ПК-4
25. Мехатронные модули САР ширины и толщины полосы черновой подгруппы клетей стана горячей прокатки. Принцип Симса-Головина	ПК-4
26. УПМС САР толщины чистовой группы клетей. Принципы построения систем. Способ прокатки с изменением межвалкового зазора	ПК-4
27. УПМС моталок/разматывателей станов горячей прокатки. Технологические требования к намоточно-размоточным устройствам. Выбор закона регулирования	ПК-4
28. Схемы регулирования МС натяжения привода моталок и разматывателей (приводы постоянного и переменного тока)	ПК-4
29. Типовые узлы: узел вычисления радиуса рулона; узел коррекции скорости клети; узел индикации натяжения; узел формирования динамического тока.	ПК-4
30. УПМС натяжения полосы в непрерывной черновой и чистовой подгруппе клетей стана горячей прокатки	ПК-4