Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 21.05.2026 16:47:05
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

Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем

Направление подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Профиль
Промышленная мехатроника

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
Д.т.н., профессор  / А.А. Радионов/

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

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры АиУ, 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 10
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 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7 Фонд оценочных средств 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3 Оценочные средства 18

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель изучения дисциплины – получение студентами компетенций в области регулируемых электро- и гидроприводов, рассмотрение вопросов теории и практики современных приводов мехатронных и роботизированных устройств, тенденции их развития.

Для достижения поставленной цели необходимо

- сформировать у студентов понимание процесса управления движением рабочих органов, о сущности происходящих в электрических и гидравлических приводах процессов преобразования энергии, статических и динамических свойств приводов;
- научить студентов самостоятельно выполнять расчеты по анализу движения приводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы и выборе типа привода;
- научить студентов самостоятельно проводить лабораторные исследования электрических и гидравлических приводов.

Обучение по дисциплине «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-2 Способен использовать современные технологии обработки информации, технические средства и вычислительную технику, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов при проектировании и конструировании промышленных мехатронных систем и систем автоматизации.	ИПК-2.1. Понимает основные положения современных технологий обработки информации, основные характеристики и принципы работы технических средств автоматизации и вычислительной техники, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов ИПК-2.2. Применяет современные технологии обработки информации при проектировании и конструировании промышленных мехатронных систем и систем автоматизации, также формирует требования к компонентам промышленных мехатронных систем; ИПК-2.3. Формирует требования к компонентам автоматизированных систем, включая информационно-измерительные и исполнительные элементы, устройства обработки, вычисления и управления, а	**Знать:** Устройство, классификацию, принцип действия мехатронных и робототехнических систем; методы и стандартные способы решения инженерных задач по определению физических и математических моделей узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем; **Уметь:** определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и гидравлических схем; применять персональный компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем; **Владеть:** навыками составления физико-математических моделей для описания

	также выбирает технические средства для требуемой промышленной мехатронной системы с учетом технической сложности и сроков реализации;	электрических, гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических 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:

Автоматизированное проектирование электротехнической документации;
Интеллектуальные системы управления;
Монтаж и наладка мехатронных и робототехнических систем;
Проектирование мехатронных систем;
Производственная практика (преддипломная);
Управление промышленными мехатронными системами
Электротехнические системы.

3 Структура и содержание дисциплины

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

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
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 отчетов по лабораторным работам	36	36
2.2	Подготовка к практическим занятиям	36	36
2.5	Выполнение и защита расчетно-графической работы	18	18
2.2	Работа с конспектом лекций	18	18
2.4	Подготовка к экзамену	36	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен
	Итого	**216**	**216**

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. Мехатронные технологические системы: концепция проектирования и применения**	**8**	**4**				**4**
1.1	Тема 1. История, предпосылки развития мехатроники. Основные понятия и определения.		2				2
1.2	Тема 2. Структура, признаки и состав мехатронных систем Построение мехатронных модулей на основе синергетической интеграции элементов		2				2
2	**Раздел 2. Механика приводов мехатронных систем**	**64**	**12**	**6**	**4**		**42**
2.1	Тема 1. Расчетные схемы механической части привода.		2				2
2.2	Тема 2. Уравнение движения привода: уравнения движения привода с двигателями вращательного движения; уравнение движения привода с гидро- и пневмоцилиндрами; уравнение движения привода с нелинейными кинематическими связями		4				4
2.3	Тема 3. Режимы работы привода. Типовые статические нагрузки привода. Механические характеристики и устойчивость электропривода		2				2
2.4	Тема 4. Механическая часть мехатронного модуля как объект управления		2				2
2.5	Тема 5. Механические переходные процессы в электроприводе: упрощенная тахограмма и нагрузочная диаграмма; переходные процессы в одномассовой механической системе при учете свойств двигателя		2				2
2.6	Практическое занятие. Расчет момента инерции и момента сил			4			12

	сопротивления механической части электропривода						
2.7	Практическое занятие и лабораторная работа. Расчет движения механической части мехатронного модуля			2	4		18
3	**Раздел 3. Энергетика приводов мехатронных систем**	**28**	**2**	**6**			**20**
3.1	Тема 1. Энергетические характеристики привода. Типовые режимы работы электропривода. Выбор мощности электродвигателей		2				2
3.2	Практическое занятие. Расчет мощности и выбор электродвигателя			6			18
4	**Раздел 4. Системы автоматического регулирования координат сервоприводов мехатронных устройств**	**90**	**18**	**6**	**14**		**60**
4.1	Тема 1. Электропривод постоянного тока как элемент системы автоматического регулирования		2		4		14
4.2	Тема 2. Регулирование координат автоматизированного электропривода: связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура; стандартные настройки регулируемого электропривода; реализация подчиненного регулирования координат в электроприводах постоянного тока с тиристорным преобразователем.		6	4	6		36
4.3	Тема 3. Электропривод с асинхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования: принцип векторного управления асинхронным двигателем; пространственный вектор, системы координат и их взаимосвязь; структурная схема асинхронного электропривода		4				4
4.4	Тема 4. Автоматизированный электропривод с асинхронным двигателем		2				2
4.5	Тема 5. Системы автоматического регулирования положения электрических сервоприводов. Особенности построения систем автоматического регулирования скорости в двухдвигательных электрических сервоприводах		2	2	4		20

4.6	Тема 6. Гидропривод как элемент системы автоматического регулирования.		2				2
	Итого	**216**	**36**	**18**	**18**	**0**	**144**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Мехатронные технологические системы: концепция проектирования и применения

История, предпосылки развития мехатроники. Основные понятия и определения. Задачи и структура учебного курса. Структура, признаки и состав мехатронных систем. Построение мехатронных модулей на основе синергетической интеграции элементов.

Раздел 2. Механика приводов мехатронных систем

Расчетные схемы механической части привода. Уравнения движения привода с двигателями вращательного движения. Уравнение движения привода с гидро- и пневмоцилиндрами. Уравнение движения привода с нелинейными кинематическими связями. Типовые статические нагрузки привода. Механическая часть мехатронного модуля как объект управления. Механические переходные процессы в электроприводе. Упрощенная тахограмма и нагрузочная диаграмма. Переходные процессы в одномассовой механической системе при учете свойств двигателя. Переходные процессы в двухмассовой упругой механической системе. Механические характеристики и устойчивость электропривода. Пример расчета движения механической части мехатронного модуля.

Раздел 3. Энергетика приводов мехатронных систем

Энергетические характеристики привода. Типовые режимы работы электропривода. Выбор мощности электродвигателей. Выбор силовых электронных преобразователей.

Раздел 4. Системы автоматического регулирования координат сервоприводов мехатронных устройств.

Электропривод постоянного тока как элемент системы автоматического регулирования. Регулирование координат автоматизированного электропривода постоянного тока. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура. Реализация подчиненного регулирования координат в электроприводах постоянного тока с тиристорным преобразователем. Настройка контура регулирования тока якоря. Настройка контура регулирования скорости вращения электропривода. Позиционная система управления электроприводом. Стандартные настройки регулируемого электропривода. Системы управления электроприводов постоянного тока в двухзонной системе регулирования скорости электродвигателя. Электропривод с асинхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования. Принцип векторного управления асинхронным двигателем. Пространственный вектор. Системы координат и их взаимосвязь. Структурная схема асинхронного электропривода. Гидропривод как элемент системы автоматического регулирования.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1 (4 часа). Расчет приведения момента инерции и статического момента к валу двигателя электропривода. построение диаграммы изменения скорости (тахограммы) и момента на валу двигателя (нагрузочной диаграммы).

Практическое занятие 2 (2 часа). Составление расчетной схемы механической части электропривода. Расчет нагрузки и зависимости момента на валу электродвигателя от скорости.

Практическое занятие 3 (6 часа). Расчет мощности и выбор электродвигателя.

Практическое занятие 4 (4 часа). Расчет структурной схемы САР скорости и параметров регуляторов электропривода постоянного тока, реализованного по принципу подчиненного регулирования координат.

Практическое занятие 5 (2 часа). Расчет контура регулирования и параметров регулятора положения в САР электропривода постоянного тока, реализованного по принципу подчиненного регулирования координат.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторное работа 1 (4 часа). Моделирование переходных процессов механических координат электропривода в среде визуального программирования MATLAB/Simulink.

Лабораторное работа 2 (4 часа). Моделирование машины постоянного тока в среде визуального программирования MATLAB/Simulink.

Лабораторное работа 3 (6 час). Лабораторная работа № 3. Моделирование системы подчиненного регулирования координат электропривода с внешним контуром скорости в среде визуального программирования MATLAB/Simulink.

Лабораторное работа 4 (4 часа). Моделирование системы подчиненного регулирования координат электропривода с внешним контуром положения в среде визуального программирования MATLAB/Simulink.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Технические средства автоматизации и управления: учебник для вузов / под общей редакцией О. С. Колосова. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19350-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583451.

2. Журомский, В. М. Линейные системы автоматического управления. Частотные методы. Инженерно-физические основы: учебник для вузов / В. М. Журомский. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 154 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08524-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/565120.

3. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11644-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/584970.

4. Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебник для вузов / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 306 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18319-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563450.

4.3 Дополнительная литература

1. Трифонова, Г. О. Гидропневмопривод: следящие системы приводов: учебник для среднего профессионального образования / Г. О. Трифонова, О. И. Трифонова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 140 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13670-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/587949.

2. 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.

3. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 828 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11700-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/598955.

4. Щепетов, А. Г. Основы проектирования приборов и систем: учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 458 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01039-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583517.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

В разработке.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b
3. Microsoft-Windows

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. Специализированная аудитория для лабораторных работ. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, мультимедийный комплекс, лабораторный стенд ИРВД, стенды по электроприводу.

3. 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 лекционным, практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным и 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 выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем» 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 и лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических 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;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- выполнение расчетно-графических работ;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- 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 лабораторных работ;
- выполнение и защита расчетно-графических работ;
- экзамены.

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-2.	Способен использовать современные технологии обработки информации, технические средства и вычислительную технику, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов при проектировании и конструировании промышленных мехатронных систем и систем автоматизации.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Лабораторная работа	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	Расчетно-графическая работа	Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд расчетно-графических работ по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита расчетно-графической работы 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). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем» (выполнили и успешно защитили лабораторные работы)

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**
знать: - устройство, классификацию, принцип действия мехатронных и робототехнических систем; методы и стандартные способы решения инженерных задач по определению физических и математических моделей узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - устройство, классификацию, принцип действия мехатронных и робототехнических систем; методы и стандартные способы решения инженерных задач по определению физических и математических моделей узлов, блоков и устройств мехатронных и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - устройство, классификацию, принцип действия мехатронных и робототехнических систем; методы и стандартные способы решения инженерных задач по определению физических и математических моделей узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - устройство, классификацию, принцип действия мехатронных и робототехнических систем; методы и стандартные способы решения инженерных задач по определению физических и математических моделей узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - устройство, классификацию, принцип действия мехатронных и робототехнических систем; методы и стандартные способы решения инженерных задач по определению физических и математических моделей узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем.

	робототехнических систем.	Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и гидравлических схем; применять персональный компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и гидравлических схем; применять персональный компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и гидравлических схем; применять персональный компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем. 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: - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и гидравлических схем; применять персональный компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и гидравлических схем; применять персональный компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - навыками составления физико-математических моделей для описания электрических, гидравлических и	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - навыками составления физико-математических моделей для	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - навыками составления физико-математических моделей для описания	Обучающийся частично владеет: - навыками составления физико-математических моделей для описания электрических,	Обучающийся в полном объеме владеет: - навыками составления физико-математических моделей для

пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем.	описания электрических, гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем.	электрических, гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	описания электрических, гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена

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
Выполнение и защита лабораторной работы по теме раздела	Зачтено: набрано 2 и более баллов Не зачтено: набрано 1 и менее баллов Критерии оценивания Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - расчетная и графическая части выполнены верно – 1 балл	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, 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
Расчетно-графическая работа по теме раздела	Отлично - Работа сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, либо имеются недочеты, не влияющие на конечный результат. Хорошо - - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания Удовлетворительно - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный Неудовлетворительно - в расчетной и графической частях есть грубые замечания.	Задание на РГР выдается на первом занятии соответствующего раздела дисциплины и сдается по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Лабораторная работа №1

1. Поясните приведение момента сопротивления к валу двигателя.
2. Что такое многомассовая механическая система?
3. Поясните математическую модель одномассовой упругой системы.
4. Поясните математическую модель двухмассовой упругой системы.
5. Что такое резонансная частота упругой системы?
6. Каким звеном представляется двухмассовая упругая система?
7. Каким звеном представляется одномассовая упругая система?
8. Поясните ЛАЧХ двухмассовой системы.
9. Поясните ЛФЧХ двухмассовой системы.
10. Поясните основное уравнение движения привода.

Лабораторная работа №2

1. Какие звенья входят в состав модели машины постоянного тока?
2. Как правильно рассчитать параметры звеньев структурной схемы машины постоянного тока?
3. Приведите и поясните ЛАЧХ звеньев структурной схемы машины постоянного тока.
4. Приведите и поясните переходные характеристики звеньев структурной схемы машины постоянного тока.
5. Как отрабатывает данная модель скачкообразное изменение момента нагрузки на валу двигателя?
6. Что определяет полярность напряжения на якоре двигателя?

Лабораторная работа №3

1. Какие звенья входят в состав контура регулирования скорости двигателя?
2. Как правильно рассчитать коэффициент обратной связи по скорости?
3. Выведите передаточную функцию регулятора скорости.
4. С какой целью выполняется ограничение выходного напряжения регулятора скорости?
5. Нарисуйте характеристику вход – выход регулятора скорости.
6. Выведите уравнение электромеханической характеристики однократно – интегрирующей СУЭП.
7. От чего зависит статическая просадка скорости в данной СУЭП?
8. Почему данную систему регулирования называют астатической по заданию и статической по нагрузке (для пояснения используйте электромеханические характеристики)?
9. Как отрабатывает данная система регулирования возрастание момента нагрузки на валу двигателя (для пояснения используйте характеристику регулятора скорости и электромеханические характеристики)?
10. Что определяет полярность напряжения задания на входе регулятора скорости?

Лабораторная работа №4

1. Какой электропривод называют позиционным?
2. Как выполняют обратную связь по положению рабочего органа механизма?
3. В чем отличие системы регулирования перемещения от системы регулирования положения?
4. Поясните структурную схему позиционного электропривода.

5. Как рассчитать коэффициент обратной связи по положению (перемещению)?
6. Как рассчитать передаточное отношение измерительного редуктора?
7. Какие основные требования предъявляют к позиционным СУЭП?
8. Назовите основные режимы позиционной системы регулирования.
9. Как настраивается регулятор положения при отработке малых перемещений?
10. Как правильно рассчитать коэффициент передачи регулятора положения при отработке больших перемещений?

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1 (4 часа). Расчет приведения момента инерции и статического момента к валу двигателя электропривода. построение диаграммы изменения скорости (тахограммы) и момента на валу двигателя (нагрузочной диаграммы).

Практическое занятие 2 (2 часа). Составление расчетной схемы механической части электропривода. Расчет нагрузки и зависимости момента на валу электродвигателя от скорости.

Практическое занятие 3 (6 часа). Расчет мощности и выбор электродвигателя.

Практическое занятие 4 (4 часа). Расчет структурной схемы САР скорости и параметров регуляторов электропривода постоянного тока, реализованного по принципу подчиненного регулирования координат.

Практическое занятие 5 (2 часа). Расчет контура регулирования и параметров регулятора положения в САР электропривода постоянного тока, реализованного по принципу подчиненного регулирования координат.

Задание на расчетно-графическую работу №1

Для заданного электропривода:
- рассчитать приведенные к валу момент инерции и момента статической нагрузки;
- рассчитать и построить тахограмму и нагрузочную диаграмму;
- построить зависимость момента двигателя от времени, при котором обеспечивается равноускоренный пуск до заданной скорости за заданное время при постоянном моменте сил сопротивления;
- определить момент двигателя, необходимый для осуществления реверса привода механизма;
- для неизменной статической нагрузки на валу приводного электродвигателя построить зависимость момента двигателя от времени, при котором будет обеспечен равноускоренный разгон с заданным ускорением.

Задание на расчетно-графическую работу №2

Для заданного электропривода составить расчетную схему его механической части, рассчитать нагрузки, действующие в рассматриваемом механизме, и зависимость момента нагрузки от скорости.

Задание на расчетно-графическую работу №3

Для заданных тахограммы и нагрузочной диаграммы электропривода выполнить расчет и выбор мощности электродвигателя

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

ПК-2. Способен использовать современные технологии обработки информации, технические средства и вычислительную технику, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов при проектировании и конструировании промышленных мехатронных систем и систем автоматизации.

1. Структура, признаки и состав мехатронных систем;
2. Построение мехатронных модулей на основе синергетической интеграции элементов;
3. Уравнения движения привода с двигателями вращательного движения;
4. Уравнение движения привода с гидро- и пневмоцилиндрами;
5. Уравнение движения привода с нелинейными кинематическими связями;
6. Типовые статические нагрузки привода;
7. Механические характеристики и устойчивость электропривода;
8. Механическая часть мехатронного модуля как объект управления.
9. Механические переходные процессы в электроприводе.
10. Упрощенная тахограмма и нагрузочная диаграмма;
11. Переходные процессы в одномассовой механической системе при учете свойств двигателя;
12. Переходные процессы в двухмассовой упругой механической системе;
13. Энергетические характеристики привода;
14. Типовые режимы работы электропривода;
15. Выбор мощности электродвигателей;
16. Выбор силовых электронных преобразователей;
17. Выбор гидроцилиндра, гидромотора;
18. Электропривод постоянного тока как элемент системы автоматического регулирования;
19. Регулирование координат автоматизированного электропривода постоянного тока;
20. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура;
21. Стандартные настройки регулируемого электропривода;
22. Реализация подчиненного регулирования координат в электроприводах постоянного тока с тиристорным преобразователем;
23. Настройка контура регулирования тока якоря;
24. Настройка контура регулирования скорости вращения электропривода;
25. Позиционная система управления электроприводом;
26. Системы управления электроприводов постоянного тока в двухзонной системе регулирования скорости электродвигателя;
27. Как реализуется операция деления в регуляторе скорости с помощью множительного устройства;
28. Поясните вид электромеханических и механических характеристик в однократной системе регулирования, в чем их отличие;
29. Нарисуйте структурную схему контура регулирования тока возбуждения (магнитного потока);
30. Выведите передаточную функцию регулятора ЭДС.
31. Электропривод с асинхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования;
32. Принцип векторного управления асинхронным двигателем;
33. Пространственный вектор. Системы координат и их взаимосвязь;
34. Структурная схема асинхронного электропривода;

35. Электропривод с синхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования;

36. Гидропривод как элемент системы автоматического регулирования;

37. Пневмопривод как элемент системы автоматического регулирования;