Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.05.2026 08:23:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Передовая инженерная школа технологического лидерства «FDR»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /П.Итурралде /
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем

Направление подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

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
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

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 9
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 10
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 10
4.2 Основная литература 11
4.3 Дополнительная литература 11
4.4 Электронные образовательные ресурсы 11
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 11
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5 Материально-техническое обеспечение 12
6 Методические рекомендации 12
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 12
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13
7 Фонд оценочных средств 14
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
7.3 Оценочные средства 20

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-4 Способен составлять математические модели мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники	ИПК-4.1 Строить физические и математические модели узлов, блоков и устройств мехатронных систем; ИПК-4.2 Использует стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных систем; ИПК-4.3 Выполняет компьютерное моделирование математических моделей узлов, блоков и устройств мехатронных систем.	**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

		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:

Автоматизация типовых технологических процессов в автомобилестроении
Автоматизация типовых технологических процессов в машиностроении
Введение в мехатронику и робототехнику
Гидравлические и пневматические средства автоматики
Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование
Динамика жидкости и газа
Математический анализ
Механика роботов и мехатронных модулей
Мехатронные системы в автоматизированном производстве (в автомобилестроении)
Мехатронные системы в автоматизированном производстве (в машиностроении)
Производственная практика (преддипломная)
Пропорциональная гидро- и пневмоавтоматика
Силовая преобразовательная техника
Физические основы электроники
Эксплуатация и наладка мехатронных и робототехнических систем
Электрические машины
Электромеханические устройства и аппараты автоматики.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7	8
1	**Аудиторные занятия**	**128**	**72**	**56**
	В том числе:			
1.1	Лекции	64	36	28
1.2	Семинарские/практические занятия	32	18	14
1.3	Лабораторные занятия	32	18	14
2	**Самостоятельная работа**	**124**	**72**	**52**
	В том числе:			
2.1	Подготовка отчетов по лабораторным работам	26	20	6
2.2	Подготовка к защите лабораторных работ	26	20	6
2.3	Работа с конспектом лекций	18	14	4

2.4	Подготовка к экзамену	36	18	18
2.5	Выполнение курсовой работы и оформление пояснительной записки	18		18
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен	экзамен, КР
	Итого	**252**	**144**	**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. Мехатронные технологические системы: концепция проектирования и применения. Механика приводов мехатронных систем**	**56**	**16**	**8**	**6**	**0**	**26**
1.1	Тема 1. История, предпосылки развития мехатроники.		2				2
1.2	Тема 2. Расчетные схемы механической части привода		4				2
1.3	Тема 3. Типовые статические нагрузки привода		4				4
1.4	Тема 4. Переходные процессы в одномассовой механической системе при учете свойств двигателя		2	2	6		8
1.5	Тема 5. Переходные процессы в двухмассовой упругой механической системе		2	2			4
1.6	Тема 6. Механические характеристики и устойчивость электропривода		2	4			6
2	**Раздел 2. Энергетика приводов мехатронных систем**	**28**	**8**	**6**	**0**	**0**	**14**
2.1	Тема 1. Энергетические характеристики привода		6	4			10
2.2	Тема 2. Типовые режимы работы электропривода		2	2			4
3	**Раздел 3. Системы автоматического регулирования координат сервоприводов мехатронных устройств.**	**112**	**22**	**8**	**26**		**56**
3.1	Тема 1. Электропривод постоянного тока как элемент системы автоматического регулирования		2		6		8

3.2	Тема 2. Реализация подчиненного регулирования координат в электроприводах постоянного тока с тиристорным преобразователем.		2		6		8
3.3	Тема 3. Стандартные настройки регулируемого электропривода		2				2
3.4	Тема 4. Электропривод с асинхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования		4	2	8		14
3.5	Тема 5. Электропривод с синхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования		4	2			6
3.6	Тема 6. Гидропривод как элемент системы автоматического регулирования		2	2	6		10
3.7	Тема 7. Пневмопривод как элемент системы автоматического регулирования		2	2			4
3.8	Тема 8. Электроприводы с шаговыми двигателями. Приводы с электромагнитными муфтами		2				2
3.9	Тема 9. Комбинированные электро- и гидроприводы. Принцип построения, основные элементы, статические и динамические характеристики.		2				2
4	**Раздел 4. Мехатронные системы в автоматизированном производстве.**	**56**	**18**	**10**	**0**	**0**	**28**
4.1	Тема 1. Промышленные мехатронные системы агрегатов металлургического производства.		2	2			4
4.2	Тема 2. Промышленные мехатронные системы агрегатов прокатного производства		2	4			6
4.3	Тема 3. Промышленные мехатронные системы агрегатов в машиностроении.		4	2			6
4.4	Тема 4. Электропривод рабочих машин для транспортировки жидкости и газов		4	2			6
4.5	Тема 5. Гидропривод подъемно-транспортных машин.		2				2
4.6	Тема 6. Электропривод и гидропривод манипуляторов.		4				4
	Итого	**252**	**64**	**32**	**32**	**0**	**124**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Мехатронные технологические системы: концепция проектирования и применения. Механика приводов мехатронных систем

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. 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 2. Энергетика приводов мехатронных систем

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

Раздел 3. 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. Электропривод с синхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования. Гидропривод как элемент системы автоматического регулирования. Пневмопривод как элемент системы автоматического регулирования. Электроприводы с шаговыми двигателями. Приводы с электромагнитными муфтами. Комбинированные электро- и гидроприводы. Принцип построения, основные элементы, статические и динамические характеристики. Структурное представление.

Раздел 4. Мехатронные системы в автоматизированном производстве.

Промышленные мехатронные системы агрегатов металлургического производства. Краткое описание технологического процесса и агрегатов доменного производства. Электропривод механизма поворота конвертора. Кинематическая схема, циклограмма, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Электропривод механизма перемещения кислородной фурмы. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Электроприводы сталевозов и шлаковозов. Кинематическая схема, тахограмма и

нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Краткое описание технологического процесса и агрегатов прокатного производства. Электропривод электромеханического нажимного устройства стана горячей прокатки. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Гидропривод гидравлического нажимного устройства стана горячей прокатки. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Главный электрический привод прокатного станов горячей и холодной прокатки. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Промышленные мехатронные системы агрегатов в машиностроении. Электроприводы мостовых кранов. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Кантователи с электроприводом. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

Кантователи с гидроприводом. Технологические требования. Схемы системы управления. Электропривод рабочих машин для транспортировки жидкости и газов (Нагнетатели, насосы, компрессоры, вентиляторы). Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления. Толкатели с электроприводом. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления. Толкатели с гидроприводом. Технологические требования. Схемы системы управления. Гидропривод подъемно-транспортных машин. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления. Электропривод и гидропривод манипуляторов. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Семинар 1. Обобщенная структура мехатронной системы

Семинар 2. Пример расчета движения механической части мехатронного модуля.

Семинар 3. Механизмы с поступательно перемещающимися рабочими органами посредством электродвигателей, гидро- или пневмоцилиндров. Примеры кинематических схем.

Семинар 4. Расчет механической части привода с двигателями вращательного движения.

Семинар 5. Расчет механической части привода с гидро- и пневмоцилиндрами.

Семинар 6. Расчет и построение нагрузочной диаграммы и тахограммы работы привода.

Семинар 7. Выбор электродвигателя и проверка его по условиям нагрева и перегрузки.

Семинар 8. Выбор силовых элементов гидропередачи. Проверочный расчет гидропередачи. Проверка правильности выбора гидроцилиндра.

Семинар 9. Расчет структурной схемы САР и параметров регуляторов при векторном управлении АД.

Семинар 10-11. Расчет структурной схемы САР и параметров регуляторов при регулировании скорости синхронного двигателя.

Семинар 12. Гидропривод и пневмопривода как элемент системы автоматического регулирования.

Семинар 13. Система автоматического регулирования перемещением сталевоза кислородно-конверторного цеха.

Семинар 14 Система автоматического регулирования зазором толстолистового прокатного стана горячей прокатки.

Семинар 15-16. Система автоматического регулирования механизма подъема мостового крана. Система автоматического регулирования перемещением моста мостового крана.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторное занятие 1-2. Лабораторная работа № 1. Моделирование в Matlab/Simulink одномассовой и двухмассовой механической системы.

Лабораторное занятие 3. Защита лабораторной работы №1.

Лабораторное занятие 4-5. Лабораторная работа № 2. Исследование электропривода постоянного тока в различных режимах работы.

Лабораторное занятие 6. Защита лабораторной работы №2.

Лабораторное занятие 7. Лабораторная работа № 3. Моделирование в Matlab/Simulink системы подчиненного регулирования координат электропривода с внешним контуром скорости.

Лабораторное занятие 8. Защита лабораторной работы №3.

Лабораторное занятие 9. Защита лабораторной работы №4. Моделирование в Matlab/Simulink системы подчиненного регулирования координат электропривода с внешним контуром положения.

Лабораторное занятие 10. Защита лабораторной работы №4.

Лабораторное занятие 11. Лабораторная работа № 5. Моделирование в Matlab/Simulink скалярной системы регулирования ПЧ-АД с регулятором скорости.

Лабораторное занятие 12. Защита лабораторной работы №5.

Лабораторное занятие 13. Лабораторная работа № 6 Моделирование в Matlab/Simulink систем векторного управления ПЧ-АД.

Лабораторное занятие 14. Защита лабораторной работы №6.

Лабораторное занятие 15. Лабораторная работа № 7. Моделирование в Matlab/Simulink системы регулирования координат гидропривода

Лабораторное занятие 16. Защита лабораторной работы №7.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Расчет мехатронной системы

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

Не предусмотрено

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;

– 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;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- подготовка к экзамену;
- выполнение курсовой работы и оформление пояснительной записки

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;
- курсовая работа;
- 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-4	Способен составлять математические модели мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

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	Промежуточный	Курсовая работа	Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, сдается по окончании 16 недели обучения. Работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями и содержать описание выполнения каждого пункта задания. Курсовая работа выдается во 3-м семестре не позднее 9-й академической недели. График выполнения курсовой работы следующий: 1-8-я академическая недели - изучение теоретических основ; 9-я академической неделя - получения задания на курсовую работу; 9-13-я академические недели - выполнение курсовой работы; 14-16-я академические недели - Представление чистового варианта курсовой работы; 18-я академическая неделя - Защита курсовой работы. Защита курсовой работы происходит в форме доклада с презентацией. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях и отвечает на вопросы. При выставлении оценки преподаватель оценивает результат работы, путь достижения результата и устную презентацию результата.
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 робототехнических систем.	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. 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: - 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. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	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. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и гидравлических схем; применять персональный	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе электрических и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - определять принципы построения мехатронных и робототехнических систем на основе	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - определять принципы построения мехатронных и робототехнических

компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем.	гидравлических схем; применять персональный компьютер и специализированные программные продукты для математического моделирования узлов, блоков и устройств мехатронных и робототехнических систем.	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.	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.	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 пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - навыками составления физико-математических моделей для описания электрических, гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - навыками составления физико-математических моделей для описания электрических, гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: - навыками составления физико-математических моделей для описания электрических, 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.	Обучающийся в полном объеме владеет: - навыками составления физико-математических моделей для 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 промежуточной аттестации: курсовая работа

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита курсовой работы	Отлично: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 5. Хорошо: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 4.	Качество пояснительной записки: 2 балла – пояснительная записка выполнена по требованиям методических указаний кафедры, имеет выполненную и соответствующе оформленную графическую и расчетную части. 1 балл – пояснительная записка выполнена по требованиям

	Удовлетворительно: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы –3. Неудовлетворительно- Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы менее 3.	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.

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:	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной

	- 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	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

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 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 №3

1.В каких случаях применяют систему двухзонного регулирования скорости?

2.Как строится СУЭП двухзонного регулирования скорости, как осуществляется взаимосвязь между системами регулирования?

3.Поясните структурную схему объекта регулирования вдвухзонной СУЭП.

4.Выведите передаточную функцию регулятора скорости вдвухзонной СУЭП?

5.Почему необходимо изменять величину коэффициента усиления регулятора скорости во второй зоне регулирования?

6.Как выполняется адаптация регулятора скорости во второй зоне регулирования?

7.С какой целью осуществляется регулируемое токоограничение в данной СУЭП, как оно выполняется?

8.Как реализуется операция деления в регуляторе скорости с помощью множительного устройства?

9.Поясните вид электромеханических и механических характеристик в однократной системе регулирования, в чем их отличие?

10.Поясните вид электромеханических и механических характеристик в двукратной системе регулирования, в чем их отличие?

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?

Лабораторная работа №5

1. Каков вид механических характеристик при скалярном управлении при u/f=const с П-регулятором скорости?

2. Каков вид механических характеристик при скалярном управлении при u/f=const с ПИ-регулятором скорости?

3. Каков вид механических характеристик при скалярном управлении при u/f^2=const?

4. Каков вид механических характеристик при скалярном управлении при u/sqrt(f)=const?

5. Каков вид электромеханических характеристик при скалярном управлении при u/f=const с П-регулятором скорости?

6. Каков вид электромеханических характеристик при скалярном управлении при u/f=const с ПИ-регулятором скорости?

7. Каков вид электромеханических характеристик при скалярном управлении при u/f^2=const?

8. Каков вид электромеханических характеристик при скалярном управлении при u/sqrt(f)=const?

9. Чем ограничивается минимальная и максимальная частоты инвертора при скалярном управлении?

10. Что такое IR компенсация?

Лабораторная работа №6

1. Каков вид механических характеристик при вектором управлении?
2. Каков вид электромеханических характеристик при вектором управлении?
3. Как осуществляется оптимизация контура тока с инерционной обратной связью и ПИ-регулятором?
4. Чему равна малая постоянная времени в прямом канале регулирования?
5. Чему равна эквивалентная малая постоянная времени оптимизированного контура?
6. Какой передаточной функции контура тока?
7. Как осуществляется оптимизация контура потокосцепления с инерционной обратной связью?
8. Как выглядит структурная схема контура потокосцепления с ПИ-регулятором?
9. Как рассчитывается коэффициент обратной связи по потокосцеплению?
10. Показатели переходных процессов по управлению оптимизированного контура потокосцепления с ПИ-регулятором.

Лабораторная работа №7

1. Регулирование какой координаты осуществляется гидроцилиндром с сервоклапаном?
2. Начертите и поясните структурную схему
3. В чем отличие системы регулирования перемещения от системы регулирования положения?
4. Как выполняют обратную связь по положению рабочего органа механизма?
5. Как рассчитать коэффициент обратной связи по положению (перемещению)?
6. Как рассчитать передаточное отношение измерительного редуктора?
7. Какие основные требования предъявляют к системам управления гидроприводов?
8. Оцените быстродействие гидропривода по сравнению с электроприводом.
9. Какие стандартные настройки контуров регулирования применяют в гидравлических сервопроиводах?
10. Приведите и поясните уравнение движения линейного гидропривода

7.3.2 Промежуточная аттестация

Задание на курсовую работу
Расчёт мехатронной системы

1. Анализ технологического процесса и выбор основного оборудования.
1.1. Характеристика цеха, описание технологического процесса работы механизма.
1.2. Характеристика и кинематическая схема проектируемого механизма.
1.3. Требования к приводам и системе автоматизации.
1.4. Выбор системы привода.
1.5. Расчет и построение нагрузочной диаграммы и тахограммы (диаграммы перемещения) привода.
1.6. Выбор основного силового оборудования.
1.7. Защиты привода, расчет уставок защитных устройств.
2. Разработка САУ.
2.1. Разработка архитектуры систем автоматизации.
2.2. Выбор контроллеров и датчиков технологических координат.
2.3. Выбор и разработка функциональной схемы САР привода проектируемого агрегата.

2.4. Разработка контура регулирования технологических координат.

2.5. Разработка структурной схемы САУ и моделирование типовых режимов работы привода.

Типовые вопросы к защите курсовой работы

ПК-4. Способен составлять математические модели мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

1. Поясните требования, предъявляемые к приводу;
2. Поясните нагрузочную диаграмму;
3. Чем обусловлен бросок момента на нагрузочной диаграмме в момент разгона привода;
4. Какие виды защит вы рассмотрели в курсовой работе.;
5. Какие технологические особенности необходимо учитывать при выборе основного силового оборудования;
6. Какие виды защит реализуются программно-аппаратными средствами преобразователей;
7. Поясните кинематическую схему вашего привода;
8. По каким критериям выбирается электродвигатель (гидроцилиндр, гидромотор);
9. Поясните режим работы привода;
10. Поясните технологический цикл работы вашего механизма.
11. Как выполняется построение систем подчиненного регулирования? Что входит в состав контуров регулирования?
12. От чего зависят передаточная функция и свойства регулятора при настройке на модульный оптимум?
13. Какие допущения принимают при настройке контура регулирования якорного тока?
14. За счет чего происходит «компенсация» постоянной времени?
15. Каким образом выполняется компенсация влияния внутренней обратной связи по ЭДС двигателя на работу токового контура?
16. Как выполняется расчет коэффициента обратной связи по скорости?
17. Приведите уравнение электромеханической характеристики однократно интегрирующей системы.
18. В каких случаях применяется двукратная система регулирования скорости?
19. Что определяет темп изменения выходного напряжения ЗИ?
20. В чем отличие переходных процессов при пуске от ЗИ с фильтром на входе РС и без дополнительного фильтра на входе РС?

Вопросы к экзамену 7-го семестра

ПК-4. Способен составлять математические модели мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

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.

Вопросы к экзамену 8-го семестра

ПК-4. Способен составлять математические модели мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

1. Электропривод с асинхронным электродвигателем как элемент системы автоматического регулирования;

2. Принцип векторного управления асинхронным двигателем;

3. Пространственный вектор. Системы координат и их взаимосвязь;

4. Структурная схема асинхронного электропривода;

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

6. Гидропривод как элемент системы автоматического регулирования;

7. Пневмопривод как элемент системы автоматического регулирования;

8. Электроприводы с шаговыми двигателями. Приводы с электромагнитными муфтами;

9. Принцип построения, основные элементы, статические и динамические характеристики;

10. Структурное представление комбинированных электро- и гидроприводов;

11. Промышленные мехатронные системы агрегатов металлургического производства. Краткое описание технологического процесса и агрегатов кислородно-конверторного производства;

12. Электропривод механизма поворота конвертора. Кинематическая схема, циклограмма, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

13. Электропривод механизма перемещения кислородной фурмы. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

14. Электроприводы сталевозов и шлаковозов. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

15. Краткое описание технологического процесса и агрегатов прокатного производства.

16. Электропривод электромеханического нажимного устройства стана горячей прокатки. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

17. Гидропривод гидравлического нажимного устройства стана горячей прокатки. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

18. Главный электрический привод прокатного станов горячей и холодной прокатки. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

19. Промышленные мехатронные системы агрегатов в машиностроении.

20. Электроприводы мостовых кранов. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

21. Кантователи с электроприводом. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

22. Кантователи с гидроприводом. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

23. Электропривод рабочих машин для транспортировки жидкости и газов (Нагнетатели, насосы). Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления.

24. Электропривод рабочих машин для транспортировки жидкости и газов (Компрессоры). Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления.

25. Электропривод рабочих машин для транспортировки жидкости и газов (Вентиляторы). Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления.

26. Толкатели с электроприводом. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

27. Толкатели с гидроприводом. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Технологические требования. Схемы системы управления.

28. Гидропривод подъемно-транспортных машин. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления.

29. Электропривод манипуляторов. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления

30. Гидропривод манипуляторов. Кинематическая схема, тахограмма и нагрузочная диаграмма. Характеристики. Технологические требования. Схемы системы управления.