

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.1.2.4 Системы управления роботами и мехатронными устройствами

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Проектирование и автоматизация управления системами
мехатроники

Курс 2
Семестр 3

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	188	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	3	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Программу составили:

доцент	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	А.Н. Григорьев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра транспортно-технологических машин

		(наименование кафедры)	
29.03.2024	протокол №	7	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен участвовать в разработке конструкторской и проектной документации, а также проведении испытаний мехатронных или робототехнических систем	ПК-1.1 Знать: современные принципы и средства управления роботами и мехатронными системами; современные технические решения систем автоматического управления, контрольных и измерительных устройств, приводов мехатронных систем и их компонентов, механизмов и исполнительных устройств роботов; технические решения интеграции рабочего оборудования роботов; действующие стандарты по разработке конструкторской документации, методы	знания: Знать: современные принципы и средства управления роботами и мехатронными системами; современные технические решения систем автоматического управления, контрольных и измерительных устройств, приводов мехатронных систем и их компонентов, механизмов и исполнительных устройств роботов; технические решения интеграции рабочего оборудования роботов; действующие стандарты по разработке конструкторской документации, методы проведения испытаний; умения: Уметь: разрабатывать чертежи и схемы систем, узлов и деталей мехатронных и робототехнических систем, компоновочные планы размещения средств автоматизации и механизации, программы и методики проведения испытаний мехатронных и робототехнических систем навыки: Владеть: принципами выбора средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, испытательного оборудования и его компонентов; принципами и навыками программирования управляющих устройств

	<p>ПК-1.2 Уметь: разрабатывать чертежи и схемы систем, узлов и деталей мехатронных и робототехнических систем, компоновочные планы размещения средств автоматизации и механизации, программы и методики проведения испытаний мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>знания: Знать: современные принципы и средства управления роботами и мехатронными системами; современные технические решения систем автоматического управления, контрольных и измерительных устройств, приводов мехатронных систем и их компонентов, механизмов и исполнительных устройств роботов; технические решения интеграции рабочего оборудования роботов; действующие стандарты по разработке конструкторской документации, методы проведения испытаний;</p> <p>умения: Уметь: разрабатывать чертежи и схемы систем, узлов и деталей мехатронных и робототехнических систем, компоновочные планы размещения средств автоматизации и механизации, программы и методики проведения испытаний мехатронных и робототехнических систем</p> <p>навыки: Владеть: принципами выбора средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, испытательного оборудования и его компонентов; принципами и навыками программирования управляющих устройств</p>
	<p>ПК-1.3 Владеть: принципами выбора средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, испытательного оборудования и его компонентов; принципами и навыками программирования управляющих устройств</p>	<p>знания: Знать: современные принципы и средства управления роботами и мехатронными системами; современные технические решения систем автоматического управления, контрольных и измерительных устройств, приводов мехатронных систем и их компонентов, механизмов и исполнительных устройств роботов; технические решения интеграции рабочего оборудования роботов; действующие стандарты по разработке конструкторской документации, методы проведения испытаний;</p> <p>умения: Уметь: разрабатывать чертежи и схемы систем, узлов и деталей мехатронных и робототехнических систем, компоновочные планы размещения средств автоматизации и механизации, программы и методики проведения испытаний мехатронных и робототехнических систем</p> <p>навыки: Владеть: принципами выбора средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, испытательного оборудования и его компонентов; принципами и навыками программирования управляющих устройств</p>

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Элементы промышленной электроники в мехатронике и робототехнике (ПК-1), Управление движением в мехатронных системах (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Перспективные разработки в мехатронике и робототехнике (ПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Управление роботами и мехатронными устройствами	252	ПК-1
Лекция. Микроконтроллеры, микропроцессоры, ПЛИС, ПЛК	2	
Практическое занятие. Структура микроконтроллера	2	
Лекция. Структура программы для микроконтроллера	2	
Практическое занятие. Память. Адресация памяти	2	
Лекция. Виды цифровой памяти	2	
Практическое занятие. Цифровые интерфейсы и протоколы	2	
Лекция. Порты ввода, вывода	2	
Практическое занятие. Электрические приводы мехатронных устройств	2	
Лекция. ШИМ управление	2	
Практическое занятие. Промышленные сети	2	
Лекция. Автоматизация технологических процессов	2	
Практическое занятие. Информационно-управляющие системы	2	
Лекция. Человеко-машинные интерфейсы	2	
Практическое занятие. Управление асинхронными приводами	2	
Лекция. Преобразователь частоты на логических элементах	2	
Практическое занятие. Сервоприводы	2	
Лекция. Системы управления бесколлекторными двигателями постоянного тока	2	
Практическое занятие. Классификация мобильных роботов	2	

Лекция. Наземные мобильные роботы	2
Практическое занятие. Системы локализации мобильных роботов	2
Лекция. Алгоритмы планирования пути наземных роботов	2
Практическое занятие. Прогнозирование и маршрутизация движения мобильных роботов	2
Лекция. Шаговые двигатели	2
Практическое занятие. Ходовая часть мобильных роботов	2
Лекция. Примеры программирования мобильного робота на базе Ардуино	2
Практическое занятие. Системы управления промышленными роботами	2
Лекция. Программирование промышленного робота	2
Практическое занятие. АСУТП предприятия	2
Лекция. Беспилотные транспортные средства для услуг микротранзита	2
Практическое занятие. СКАДА система предприятия	2
Лекция. СКАДА система Simplite	2
Практическое занятие. Проектирование СКАДА системы	2
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение реферата 1. Интеллектуальное управление мобильным роботом 2. Проектирование робота манипулятора 3. Разработка бортовой системы управления роботизированной линией 4. Разработка и исследование алгоритмов интеллектуального управления роботами 5. Разработка и исследование информационной системы мобильного роботизированного комплекса 6. Разработка и исследование роботизированной линии 7. Разработка и исследование системы управления манипулятором 8. Разработка мобильной платформы 9. Разработка мультиагентной робототехнической системы 10. Разработка системы диспетчерского управления роботизированным складом 11. Система локации мобильного робота 12. Система локации автономного автомобиля 13. Управление манипуляционным роботом 14. Разработка SCADA для контроля и управления системой отопления в загородном доме 15. Разработка SCADA для контроля и управления системой водоснабжения и канализации в загородном доме	188
Иная контактная работа:	0
Подготовка к экзамену	30
Проведение экзамена	6

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее

структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение подготовку реферата. Объем реферата 10 - 15 страниц формата А4. В реферате должны быть изложены общие принципы построения систем управления роботами и мехатронными устройствами, включенными в АСУТП предприятия, согласно тем изложенных в заданиях для самостоятельной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Иванов, Владимир Константинович. Управление движением мехатронных систем [Текст] : учебное пособие : для студентов направления подготовки 15.04.06 - "Мехатроника и робототехника", программа магистратуры "Проектирование и автоматизация управления мехатронными системами" / В. К. Иванов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2020. - 116 с. ISBN 978-5-8158-2187-3. Экземпляры: всего	15 / https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_Upravleniye_dvizheniyem_mekhatronnykh_sistem_uchebnoye_posobiye_2020.pdf
2.	Иванов, Владимир Константинович. Моделирование мехатронных систем [Текст] : учебное пособие : для студентов направления подготовки 15.04.06 - "Мехатроника и робототехника", программа	35 / https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_Modelirovaniye_mekhatronnykh_sistem_2020.pdf

	"Проектирование и автоматизация управления системами мехатроники" / В. К. Иванов, В. Е. Макаров, К. Н. Никоноров ; под общей редакцией В. К. Иванова; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. - 121 с. ISBN 978-5-8158-2227-6. Экземпляры: всего	1.pdf
3.	Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Электронный ресурс] / Лукинов А. П. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 608 с. ISBN 978-5-507-47173-7.	https://e.lanbook.com/book/396581

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	215 (II)	Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Комплекс лаб. автоматизир. "Детали машин-передачи" (1), Лабораторный стол с ящиками (7), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Экран настенный рулонный 200x200 см (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала,	удовлетворительно

	недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Вопрос 1

Магнитную индукцию можно определить:

По силе, действующей на проводник с протекающим током, находящийся в магнитном поле

По величине потокоцепления

По силе тока протекающего в проводнике, который находится в магнитном поле

Все утверждения верные

Вопрос 2

Что такое магнитодвижущая сила?

Это сила тока, создаваемая магнитным полем, численно равная величине тока приходящегося на единицу длины магнитной линии

Это произведение напряженности на длину участка, по которому проходит магнитный поток

Это произведение квадрата числа витков на магнитную проводимость

Это произведение производной от тока по времени, умноженной на индуктивность

Вопрос 3

Плотность магнитного потока в ферромагнетике:

Усиливается

Ослабляется

Не изменяется

Усиление или ослабление зависит от направления магнитного потока

Вопрос 4

Основной способ борьбы с вихревыми токами в сердечнике это:

Шихтование сердечника

Изготовление сердечника из парамагнитных материалов

Изготовление сердечника и диамагнитных материалов

Изготовление сердечника из магнитомягких материалов

Вопрос 5

На рисунке представлена

Броневая конструкция трансформатора

Стержневая конструкция трансформатора

Вопрос 6

Что означает выражение – процентное напряжение короткого замыкания трансформатора равно 10?

Это значит, что при напряжении равным 10% от номинального, ток в первичной обмотке при коротком замыкании вторичной обмотки будет равен номинальному

Это значит, что при коротком замыкании вторичной обмотки трансформатора напряжение на первичной обмотке вырастет в 10 раз

Это значит, что при коротком замыкании вторичной обмотки трансформатора напряжение на первичной обмотке уменьшится в 10 раз

Все утверждения верные

Вопрос 7

Коэффициент полезного действия трансформатора это:

Отношение активной мощности, переданной в нагрузку, к активной мощности, потребляемой

трансформатором от источника питания

Отношение активной мощности потребляемой трансформатором от источника питания, к активной мощности переданной в нагрузку

Отношение напряжения на вторичной обмотке к напряжению в первичной обмотке

Отношение напряжения в первичной обмотке к напряжению во вторичной обмотке

Вопрос 8

Трансформатор, да и все электрические машины, рассчитываются таким образом, чтобы максимум коэффициента полезного действия соответствовал значению меньше единицы в районе

0,4 - 0,6

0,6 – 0,8

0,8 - 0,9

0,3 - 0,4

Вопрос 9

В симметричных многофазных системах сумма мгновенных значений всех фазных величин в каждый момент времени тождественна равна:

0

1

$\approx 0,9$

$\approx 0,95$

Вопрос 10

Наибольшее распространение получили асинхронные электродвигатели:

С короткозамкнутым ротором

С фазным ротором

С коллекторно-щеточным узлом ротора

С короткозамкнутым статором

Вопрос 11

Условие статической устойчивости асинхронного электродвигателя можно сформулировать следующим образом:

Производная от момента по скорости двигателя должна быть меньше производной момента по скорости нагрузки

Производная от момента по скорости нагрузки должна быть меньше производной момента по скорости двигателя

В точке холостого хода, где нагрузки нет, машина будет устойчиво работать только в случае, если производная момента по скорости будет равна 0

В точке холостого хода, где нагрузки нет, машина будет устойчиво работать только в случае, если

производная момента по скорости будет больше 0

Вопрос 12

Для асинхронных электрических машин, опрокидывающий момент всегда должен быть:

В 2 – 2,5 раза больше номинального

В 2 – 2,5 раза меньше номинального

В 1,2 – 1,5 раза больше номинального

В 1,2 – 1,5 раза меньше номинального

Вопрос 13

В синхронной электрической машине:

Можно создавать отдельно магнитное поле ротора (индуктора) и магнитное поле статора

Всегда создается единое синхронное магнитное поле ротора (индуктора) и магнитное поле статора

Всегда магнитное поле ротора (индуктора) отстает от магнитного поля статора

Все утверждения верные

Вопрос 14

Электрические машины постоянного тока могут быть с электромагнитным возбуждением:

Все утверждения верные

Независимым

Параллельным

Последовательным

Вопрос 15

Шаговый двигатель это:

Режим работы синхронного двигателя в шаговом режиме

Режим работы асинхронного двигателя в шаговом режиме

Оба утверждения верные

Вопрос 16

Для сервопривода можно использовать:

Любой тип электрической машины

Асинхронные электродвигатели

Синхронные электродвигатели

Электрические двигатели постоянного тока

Вопрос 17

Для регулирования скорости вращения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором используется:

Управление при котором изменяется частота питающей сети, то есть частота подводимая к статору асинхронного двигателя

Управление при котором изменяется частота питающей сети, то есть частота подводимая к ротору асинхронного двигателя

Управление при котором изменяется напряжение питающей сети

Управление при котором изменяется величина тока питающей сети

Вопрос 18

Универсальные коллекторные двигатели рассчитаны на питание:

От источника постоянного и переменного тока

От источника постоянного тока

От источника переменного тока

Вопрос 19

Представленные на рисунке поперечные сечения роторов характерны для:

/span>

Реактивных синхронных электрических машин

Асинхронных электрических машин

Для электрических машин постоянного тока

Для гистерезисных синхронных электрических машин

Вопрос 20

Представленные на рисунке роторы характерны для:

/span>

Для гистерезисных синхронных электрических машин

Реактивных синхронных электрических машин

Асинхронных электрических машин

Для электрических машин постоянного тока

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Электрические приводы в мехатронных технологиях
2. Магнитное поле и магнитная индукция
3. Принцип действия трансформатора. Конструкции трансформаторов
4. Статические характеристики ДПТ с независимым возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов. Способы регулирования частоты вращения.

5. Статические характеристики ДПТ с параллельным возбуждением. Способы регулирования частоты вращения.
6. Статические характеристики ДПТ с последовательным возбуждением. Способы регулирования частоты вращения.
7. Статические характеристики ДПТ со смешанным возбуждением. Способы регулирования частоты вращения.
8. Динамические характеристики ДПТ. Привод на основе ДПТ как динамическая система.
9. Приводы постоянного тока с различными преобразователями. Основные схемы и режимы работы усилителей мощности.
10. Конструктивное устройство фазных обмоток машин переменного тока.
11. Статические характеристики трехфазных асинхронных двигателей. Способы регулирования частоты вращения.
12. Динамические характеристики асинхронных двигателей. Привод на базе асинхронных двигателей как динамическая система.
13. Частотно-токовое управление трехфазным асинхронным двигателем.
14. Частотно-векторное управление трехфазным асинхронным двигателем.
15. Асинхронные приводы с различными преобразователями.
16. Статические характеристики синхронных двигателей.
17. Динамические характеристики синхронных двигателей.
18. Статические и динамические характеристики шаговых двигателей. Управление шаговыми двигателями.
19. Сервоприводы в мехатронных устройствах
20. Вентильные двигатели в мехатронных приводах