ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Виноградов К. М.
Пользователь: vinogradovkm
Дата подписания: 29.05.2023

К. М. Виноградов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.16.02 Помехоустойчивость систем управления преобразователей
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Техника, технологии и строительство

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика, к.техн.н., доц.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Виноградов К. М.
Пользователь: vinogradovkm
Дата подписания: 29.05.2023

К. М. Виноградов

Разработчик программы, к.техн.н., доц., заведующий кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Виноградов К. М.
Пользователь: vinogradovkm
Дата подписания: 29.05.2023

К. М. Виноградов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью дисциплины является формирование у студентов прочной теоретической базы по характеристикам и принципу действия силовых вентильных преобразователей и их систем управления, классификации, основным областям применения устройств силовой электроники, способам активной и пассивной фильтрации помех, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией устройств силовой электроники. Задачи изучения дисциплины заключаются в освоении физических процессов, положенных в основу теории и практики борьбы с помехами в аналоговых и цифровых системах управления, освоении нетрадиционных методов обработки информации, свойств элементов систем автоматики при работе с гармоническими и импульсными помехами.

Краткое содержание дисциплины

В данном курсе рассматривается влияние промышленных помех на работу элементов аналоговой и цифровой электроники систем управления вентильными преобразователями (ВП), основные источники помех и пути их проникновения в каналы управления преобразователями, пассивные и активные способы борьбы с сигналами помех, помехоустойчивые законы модуляции и элементы устройств управления вентильными преобразователями (интегрирующие устройства синхронизации, фазосдвигающие устройства и аналого-цифровые преобразователи), адаптивные к внешним помехам и нестационарным параметрам сети, пассивные силовые фильтры вентильных преобразователей, помехоустойчивые системы управления ВП.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности.	Знает: Основы электромагнитной совместимости силовых вентильных преобразователей, пассивные и активные методы борьбы с помехами. Умеет: Рассчитывать электронные схемы фильтров и основные статические и динамические характеристики устройств систем управления вентильными преобразователями; осуществлять выбор структуры системы управления вентильного преобразователя с учетом требований промышленной эксплуатации. Имеет практический опыт: Разработки простых систем управления вентильными преобразователями с повышенной помехоустойчивостью.
ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской работе по видам	Знает: Методы спектрального анализа устройств и систем управления вентильными

профессиональной деятельности	преобразователями Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет Имеет практический опыт: Моделирования и спектрального анализа элементов устройств и систем управления силовыми вентильными преобразователями

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике, Автономные инверторы напряжения и тока, Электроснабжение, Моделирование электронных устройств, Электрические станции и подстанции, Автоматизация типовых технологических процессов, Физические основы электроники, Электрический привод, Силовая электроника, Теория автоматического управления, Электрические и электронные аппараты, Прикладное программирование, Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах, Электрические машины, Элементы систем автоматики, Электроэнергетические системы и сети, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (6 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр)	Микропроцессорные системы управления электроприводов, Методы автоматизированного проектирования электроприводов, Моделирование электропривода, Производственная практика (преддипломная) (10 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Электрические станции и подстанции	Знает: Нормативные документы, определяющие требования к выбору электрических схем электроэнергетических объектов, - "ПУЭ", "НТП подстанций напряжением 35-750 кВ.", "Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ.", Параметры основного оборудования электроэнергетики - генераторов, трансформаторов, выключателей,

	разъеденителей, измерительных трансформаторов. Умеет: Пользоваться нормативными документами., Находить и определять параметры основного оборудования электроэнергетики по справочным, каталожным, нормативным и др. документам. Имеет практический опыт: Проектирования электроэнергетических объектов., Выбора основного оборудования электроэнергетики
Электроснабжение	Знает: Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности, Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки типовых схем Умеет: Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов, Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами Имеет практический опыт: Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения, Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов
Силовая электроника	Знает: Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей постоянного и переменного тока., Основы расчета схем вентильных преобразователей Умеет: Рассчитывать параметры элементов силовых схем вентильных преобразователей., Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет Имеет практический опыт: Разработки простых силовых схем вентильных преобразователей., Исследования объектов силовой электроники
Моделирование электронных устройств	Знает: Принципы работы основных электронных устройств, обеспечивающих функционирование объектов профессиональной деятельности Умеет: Разрабатывать основные допущения при моделировании электронных устройств Имеет практический опыт: Создания математических и физических моделей электронных устройств
Электрический привод	Знает: Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока, Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов Умеет: Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов,

	машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов, Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов Имеет практический опыт: Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов, Расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем
Электрические машины	Знает: Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин, Виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; инструментарий для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; показатели качества технологического процесса и методы их определения, Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета Умеет: Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках, Контролировать правильность получаемых данных и выводов; применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования: электрических машин; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями, Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения Имеет практический опыт: Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Использования современных технических средства в профессиональной области; опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований; опытом экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники, Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB,

	Simulink
Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах	Знает: Принципы действия, схемы исполнения и характеристики микропроцессорных средств, систем электропривода и технологических объектов автоматизации, последовательность расчета электромеханических систем., Устройство, принцип действия электронного осциллографа и других измерительных приборов (мультиметр, генератор, приставка-осциллограф) Умеет: Проектировать микропроцессорные средства ввода и вывода данных, индикации и коррекции информации в дискретной форме для построения отдельных узлов и элементов электропривода и систем автоматизации., Измерять параметры и снимать характеристики микропроцессорных устройств и микроконтроллеров с применением электронных осциллографов и других измерительных приборов Имеет практический опыт: Синтеза элементов и устройств микропроцессорных средств для электропривода и систем автоматизации в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией., Выполнять экспериментальные исследования микропроцессорных устройств и микроконтроллеров по заданной методике
Автоматизация типовых технологических процессов	Знает: Принципы построения систем автоматики на различной элементной базе, номенклатуру программируемых логических контроллеров различных производителей, Методы синтеза систем программного управления, реализацию синтезированной системы на различной элементной базе. Умеет: Читать функциональные схемы, принципиальные электрические схемы, а также схемы соединений, ориентироваться в разнообразии оборудования для систем автоматики и выбирать нужные элементы для замены, Составлять алгоритм автоматизации управления объектом. Имеет практический опыт: Синтеза систем автоматики, диагностики систем автоматики, Построения систем автоматики на современной элементной базе.
Электроэнергетические системы и сети	Знает: Основные методы анализа режимов электрической сети, Принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей. Умеет: Рассчитывать параметры режимов электрических

	сетей, Определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети. Имеет практический опыт: Оценки режимов работы электроэнергетических сетей, Использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей.
Прикладное программирование	Знает: Устройство, структуру и основные характеристики и возможности современных микропроцессоров и микроконтроллеров различного типа, различного исполнения и возможности их программирования, принципиальные схемы реализации и области применение микропроцессоров и микроконтроллеров., Математические основы информатики: системы счисления, формы записи данных (целых и вещественных, со знаком и без него) в персональном компьютере, алгебру логики, ее основные операции и законы, принцип действия, схемы исполнения, характеристики и области применения микропроцессоров и микроконтроллеров. Умеет: Выполнять поиск, обработку и анализ информации по современным микропроцессорам, микроконтроллерам, их характеристикам и архитектуре, программному обеспечению для решения конкретных задач проектирования простейших электромеханических систем; выполнять ввод данных в дискретной форме в микроконтроллеры и микропроцессоры, хранить и обрабатывать их, а также выполнять вывод информации для управления простейшими объектами регулирования и индикации., Использовать математические основы информатики, использовать микропроцессоры и микроконтроллеры для решения простейших задач управления электромеханическими объектами и индикацией их состояния. Имеет практический опыт: Поиска, хранения и обработки данных по современным микроконтроллерам и микропроцессорам, используя программное обеспечение на языке высокого уровня; способностью представлять информацию в требуемой форме (дискретной, широтно-импульсной) для управления простейшими объектами, Решения задач анализа работы простейших схем микропроцессорной и микроконтроллерной техники, моделирования устройств микропроцессорной техники для

	решения конкретных задач управления простейшими электромеханическими объектами.
Физические основы электроники	Знает: Принцип действия диодов, транзисторов, тиристоров, интегральных микросхем, их характеристики и параметры; основы расчета простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей Умеет: Использовать методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей для расчета простейших схем силовых преобразователей на основе полупроводниковых приборов Имеет практический опыт: Моделирования простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей
Теория автоматического управления	Знает: Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления; основные проблемы и перспективы направления развития теории автоматического регулирования, Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления; основные проблемы и перспективы направления развития теории автоматического регулирования Умеет: Обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств, Обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств Имеет практический опыт: Применения методов синтеза регуляторов системы автоматического регулирования, Синтеза регуляторов системы автоматического регулирования
Элементы систем автоматики	Знает: Назначение и характеристики типовых технологических установок, отдельных элементов автоматики и их совокупности в составе функциональных блоков, а также ключевые базы данных, где можно найти информацию для решения поставленных задач, Принципы работы и основные режимы функционирования элементов систем автоматического управления: аналоговых и цифровых схемотехнических элементов, датчиков электрических и неэлектрических величин. Умеет: Квалифицированно формулировать запросы по поиску необходимой информации в различных базах данных электротехнического профиля, а также эффективно осуществлять критический анализ и синтез полученной информации. Уметь мыслить широко, применяя системный подход и ранее полученные навыки, для решения новых задач в области элементов и систем автоматики, Делать выводы о качестве функционирования элементов

	автоматики с применением информационных технологий, формированием отчетов о действующих элементах промышленной автоматики и предложений по разработке новых проектов по дальнейшей автоматизации технологических процессов. Имеет практический опыт: Работы с основными электротехническими базами данных и различными элементами систем автоматики и электроизмерительной аппаратуры, Создания простейших схем автоматического управления и анализа сигналов в них.
Электрические и электронные аппараты	Знает: Основные характеристики аппаратов, которые применяются в современной электроэнергетике. Умеет: Выбирать основные типы электрических аппаратов для коммутации и защиты электрических цепей объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального исследования электрических аппаратов.
Автономные инверторы напряжения и тока	Знает: Основы расчета схем автономных инверторов, Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей, ориентированных на преобразование постоянного тока в переменный. Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет, Рассчитывать параметры элементов силовых схем автономных инверторов. Имеет практический опыт: Исследования объектов силовой электроники, Способностью разрабатывать простые силовые схемы автономных инверторов.
Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике	Знает: Соотношение для токов и напряжений вентилей, трансформатора, фильтра в зависимости от номинальных параметров нагрузки, Физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей; методы экспериментального исследования управляемых выпрямителей, автономных инверторов Умеет: Выбрать вентили, фильтр, трансформатор и прочие элементы силовой полупроводниковой техники по справочным данным, Составить схему замещения преобразователя для определения выходного напряжения, напряжения на вентиле, на сглаживающем фильтре Имеет практический опыт: Компьютерных расчетов характеристик выбранного преобразователя, Экспериментального исследования при помощи осциллографа, измерительных приборов, автономных датчиков тока и напряжения

Производственная практика (научно-исследовательская работа) (6 семестр)	Знает: Методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа, Методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, Современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации Умеет: Применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач, Применять физико-математический аппарат для подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике, Вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Имеет практический опыт: Работы с методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; работы с методикой системного подхода для решения поставленных задач, Поиска информации с использованием компьютерной техники и информационных технологий, Поиска, обмена деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр)	Знает: Методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования Умеет: Применять физико-математический аппарат для подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике Имеет практический опыт: Поиска, критического анализа и синтеза информации
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр)	Знает: Методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования Умеет: Применять физико-математический аппарат для подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике Имеет практический опыт: Поиска, критического анализа и синтеза информации

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра

		9
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	12	12
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа (СРС)	89,75	89,75
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Спектральные характеристики развертывающих преобразователей с различными законами широтно- и частотно-широтноимпульсной модуляцией». Построение временных диаграмм сигналов и расчет статических спектральных характеристик для развертывающих преобразователей с ШИМ и ЧШИМ законами модуляции	9	9
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Статические и динамические характеристики тактируемых интегрирующих аналогоцифровых преобразователей с широтноимпульсной и амплитудно-частотноимпульсной законами модуляции». Построение временных диаграмм сигналов, расчет статических и динамических характеристик для интегрирующих аналого-цифровых преобразователей	9	9
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Статические и динамические характеристики интегрирующих устройств синхронизации». Построение временных диаграмм сигналов, расчет статических и динамических характеристик для интегрирующего и каскадного устройств синхронизации	9	9
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Статические и динамические характеристики интегрирующих фазосдвигающих устройств». Построение временных диаграмм сигналов, расчет статических и динамических характеристик для разомкнутых и замкнутых интегрирующих фазосдвигающих устройств	9	9
Подготовка к зачету	35,75	35.75
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Помехоустойчивость тиристорного регулятора напряжения для плавного пуска асинхронных электродвигателей с «вертикальной» и «горизонтальной» системами управления». Построение временных диаграмм сигналов работы тиристорного регулятора напряжения для «вертикальной» и «горизонтальной» систем управления	9	9
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Помехоустойчивость электропривода постоянного тока с силовым широтноимпульсным преобразователем с «вертикальной» и интегрирующей системами управления». Построение временных диаграмм сигналов работы широтно-импульсного преобразователя для «вертикальной» и интегрирующей систем управления	9	9
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Источники и пути проникновения промышленных помех	1	1	0	0

2	Способы уменьшения влияния помех в системах управления вентильными преобразователями	8	4	0	4
3	Примеры построения помехоустойчивых систем управления вентильными преобразователями	3	1	0	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные причины и виды искажений в промышленных и автономных сетях электроснабжения. Основные источники помех и причины их появления в системах вентильного электропривода. Спектральные характеристики выходных ЭДС основных источников помех	0,5
2	1	Влияние помех в вентильном электроприводе. Основные пути проникновения помех в каналы управления ВП (гальванические, электростатические, магнитостатические). Схема замещения источника, приемника и путей проникновения помех в систему управления вентильного преобразователя. Классификация вентильных преобразователей и их систем управления. Одноканальные, многоканальные и асинхронные системы управления. Основные законы модуляции (ШИМ, ЧШИМ, ЧИМ). «Вертикальный» и «горизонтальный» принципы управления. Основные источники ошибок систем управления ВП	0,5
3	2	Экранирование и скрутка проводов связи. Емкостная связь. Влияние экрана на емкостную связь. Индуктивная связь. Магнитная связь между экраном и заключенным в него проводником. Экранирования для предотвращения излучения магнитных полей. Экранирование приемника от магнитных полей. Сравнение коаксиального кабеля и экранированной витой пары. Экраны в виде оплетки. Типы экранировки кабелей (фольга, медная и спиральная обмотки)	0,5
4	2	Потенциальное гальваническое разделение цепей управления. Заземление общей точки схемы управления. Выбор фильтров в схеме управления. Высокочастотная фильтрация (RC и LC-фильтры)	0,5
5	2	Интегрирующее развертывающее преобразование как средство повышения помехоустойчивости элементов систем управления ВП. Основы динамики импульсных систем: область достоверной и замедленной дискретизации. Способы развертывающего преобразования: с выборкой мгновенных значений информативной координаты, интегрирующий и комбинированный	0,5
6	2	Законы модуляции. Спектральные характеристики развертывающих преобразователей с ШИМ и ЧШИМ. Сравнение помехоустойчивости развертывающих преобразователей	0,5
7	2	Адаптивные интегрирующие устройства синхронизации, их основные статические и динамические характеристики. Основы расчета	0,5
8	2	Интегрирующие фазосдвигающие устройства, их основные статические и динамические характеристики. Основы расчета	0,5
9	2	Тактируемые интегрирующие аналого-цифровые преобразователи для систем управления ВП. Интегрирующие АЦП с широтно-импульсной и амплитудно-частотно-импульсной законами модуляции, их основные статические и динамические характеристики. Основы расчета	0,5
10	2	Применение пассивных силовых фильтров. Сетевые фильтры на входе вентильных преобразователей. Сглаживающие фильтры (емкостной, индуктивный, Г-образный). Выходные фильтры ВП. Защита от перенапряжений при ШИМ-сигналах	0,5
11	3	Помехоустойчивость тиристорных регуляторов напряжения для плавного	0,5

		пуска асинхронных электродвигателей. Помехоустойчивость электропривода постоянного тока с силовым широтно-импульсным преобразователем	
12	3	Адаптивная система импульсно-фазового управления «α−Star» тиристорным преобразователем для электроприводов постоянного тока с питанием от сети ограниченной мощности, адаптивная система импульсно-фазового управления«α−Star» тиристорным преобразователем контура возбуждения электродвигателя постоянного тока, цифро- аналоговая система импульснофазового управления «α−Star» тиристорного регулятора напряжения для плавного пуска асинхронных электродвигателей	0,5

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Спектральные характеристики развертывающих преобразователей с различными законами широтно- и частотно-широтно-импульсной модуляцией	0,5
2	2	Статические и динамические характеристики развертывающих преобразователей с различными законами модуляции	0,5
3	2	Статические и динамические характеристики интегрирующих устройств синхронизации	1
4	2	Статические и динамические характеристики интегрирующих фазосдвигающих устройств	1
5	2	Статические и динамические характеристики тактируемых интегрирующих аналого-цифровых преобразователей с широтно-импульсной и амплитудно-частотно-импульсной законами модуляции	1
6	3	Помехоустойчивость тиристорного регулятора напряжения для плавного пуска асинхронных электродвигателей с «вертикальной» и «горизонтальной» системами управления	1
7	3	Помехоустойчивость электропривода постоянного тока с силовым широтноимпульсным преобразователем с «вертикальной» и интегрирующей системами управления	1

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Спектральные характеристики развертывающих преобразователей с различными законами широтно- и частотно-широтноимпульсной модуляцией». Построение временных диаграмм сигналов и расчет статических спектральных характеристик для	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 4: §4.1–4.4, с. 97–110; ЭУМД: [Осн. лит., 5], Гл. 2: §2.1, с. 57–67; §2.3, с. 91–112	9	9

развертывающих преобразователей с ШИМ и ЧШИМ законами модуляции			
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Статические и динамические характеристики тактируемых интегрирующих аналогоцифровых преобразователей с широтноимпульсной и амплитудно-частотноимпульсной законами модуляции». Построение временных диаграмм сигналов, расчет статических и динамических характеристик для интегрирующих аналого-цифровых преобразователей	ПУМД: [Доп. лит., 1], Гл.5: §5.2, с. 242–254	9	9
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Статические и динамические характеристики интегрирующих устройств синхронизации». Построение временных диаграмм сигналов, расчет статических и динамических характеристик для интегрирующего и каскадного устройств синхронизации	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 2: §2.4, с. 35–45; ЭУМД: [Осн. лит., 5], Гл. 3: §3.1–3.2, с. 117–124; §3.4, с. 140–167	9	9
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Статические и динамические характеристики интегрирующих фазосдвигающих устройств». Построение временных диаграмм сигналов, расчет статических и динамических характеристик для разомкнутых и замкнутых интегрирующих фазосдвигающих устройств	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 3: §3.4–3.6, с. 62–96; ЭУМД: [Осн. лит., 5], Гл.4: §4.1–4.5, с. 181–222	9	9
Подготовка к зачету	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 1–11, с. 5–343; [Осн. лит., 2], Гл. 15, с. 325–337; ЭУМД: [Осн. лит., 5], Гл. 1–5, с. 22–285;	9	35,75
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Помехоустойчивость тиристорного регулятора напряжения для плавного пуска асинхронных электродвигателей с «вертикальной» и «горизонтальной» системами управления». Построение временных диаграмм сигналов работы тиристорного регулятора напряжения для «вертикальной» и «горизонтальной» систем управления	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 10: §10.1, с. 283–292; ЭУМД: [Осн. лит., 5], Гл.7: §7.1.1, с. 354–373	9	9
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Помехоустойчивость электропривода постоянного тока с силовым широтноимпульсным преобразователем с «вертикальной» и интегрирующей системами управления». Построение временных диаграмм сигналов работы	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 10: §10.2, с. 292–300; ЭУМД: [Осн. лит., 5], Гл.6: §6.4, с. 341–348	9	9

широтно-импульсного преобразователя для «вертикальной» и интегрирующей систем управления			

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	9	Текущий контроль	Тестовое задание №1	10	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
2	9	Текущий контроль	Тестовое задание №2	10	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
3	9	Текущий контроль	Тестовое задание №3	10	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
4	9	Текущий контроль	Тестовое задание №4	10	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
5	9	Текущий контроль	Тестовое задание №5	10	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
6	9	Текущий контроль	Итоговое тестовое задание	50	50	Тест состоит из 50 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
7	9	Бонус	Отчет по лабораторной работе	-	5	Правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 1-й вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 2-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 3-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 3-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 3-й вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
8	9	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	50	Тест состоит из 50 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной	Процедура проведения	Критерии оценивания

аттестации		
зачет	Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1	Знает: Основы электромагнитной совместимости силовых вентильных преобразователей, пассивные и активные методы борьбы с помехами.	+	+	+	+		+		+
ПК-1	Умеет: Рассчитывать электронные схемы фильтров и основные статические и динамические характеристики устройств систем управления вентильными преобразователями; осуществлять выбор структуры системы управления вентильного преобразователя с учетом требований промышленной эксплуатации.			+			+		+
ПК-1	Имеет практический опыт: Разработки простых систем управления вентильными преобразователями с повышенной помехоустойчивостью.				+		+		+
ПК-3	Знает: Методы спектрального анализа устройств и систем управления вентильными преобразователями	+	+			+	+		+
ПК-3	Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет			+	+	+	+		+
ПК-3	Имеет практический опыт: Моделирования и спектрального анализа элементов устройств и систем управления силовыми вентильными преобразователями						+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Дудкин, М. М. Элементы информационной электроники систем управления вентильными преобразователями [Текст] монография М. М. Дудкин, Л. И. Цытович ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 361, [1] с. ил.
2. Гельман, М. В. Преобразовательная техника [Текст] учеб. пособие по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423, [1] с. ил. электрон. версия
3. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлени. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.
4. Цытович, Л. И. Электротехника и электроника [Текст] Ч. 3 Элементы аналоговой и цифровой электроники учеб. пособие Л. И. Цытович, О. Г. Брылина, А. Н. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и

автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 171, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Гельман, М. В. Преобразовательная техника Текст учеб. пособие по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423, [1] с. ил. электрон. версия
2. Гельман, М. В. Преобразовательная техника Учеб. пособие ЮУрГУ, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; М. В. Гельман, Н. М. Сапрунова, В. В. Чикота; Под ред. М. В. Гельмана. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 88 с. ил., табл.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Преобразовательная техника: учеб. пособие к лаб. работам / М. В. Гельман и др. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 158 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Попков О.З., Основы преобразовательной техники [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. — 200 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72254. — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 2: Электронная преобразовательная техника [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2015. — 307 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/79995. — Загл. с экрана.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. [Электронныйресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМКПресс, 2007. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1175
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Жижеленко, И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях. [Электронный ресурс] / И.В. Жижеленко, М.А. Короткевич. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2012. — 197 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/65619
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система	Шаталов, А.Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко, И.К.

		издательства Лань	Шарипов. — Электрон. дан. — Ставрополь : СтГАУ, 2014. — 64 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/61156
6	Основная литература	Электронный архив ЮУрГУ	Дудкин, М. М. Устройства и системы управления силовыми вентильными преобразователями для потребителей с нестабильными параметрами источника электроснабжения [Текст] дис. ... д-ра техн. наук : специальность 05.09.12 - Силовая электроника М. М. Дудкин ; науч. рук. Л. И. Цытович ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск, 2014. - 481,[1] с. ил. — Режим доступа: http://dspace.susu.ac.ru/xmlui/handle/0001.74/5870

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	148 (1)	Помещение для практических и лабораторных занятий, индивидуальных и групповых консультаций, ауд. 148 (учебная лаборатория "Промышленная электроника-компьютерный вариант") Специализированная мебель. Автоматизированный лабораторный комплекс «Промышленная электроника» (7 шт.), Лабораторный комплекс «Энергосбережение в автономных системах» (4 шт.), Лабораторный стенд «Основы цифровой техники» (4 шт.) Windows (Microsoft: 42700382; 42700382) Office (Microsoft: 61431146; 64027495) Сведения об Open License: 61431146 лицензия от 25.09.2016 до 30.09.2018; Сведения об Open License: 64027495 лицензия от 25.09.2016 до 30.09.2018
Лабораторные занятия	108 (ПЛК)	Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ 2.0»; Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ); Интерактивная доска IQBoardPS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном SVEN, Монитор-15 шт. AOC. *Windows 10 Home ** Office GIMP 2 (:General Public License (Открытое лицензионное соглашение) v3) MATLAB, Simulink 2013b (Math Works:б/н от 21.01.14)