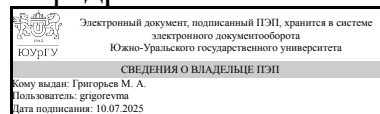


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П2.06 Теория нелинейных и импульсных систем регулирования
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

уровень Бакалавриат

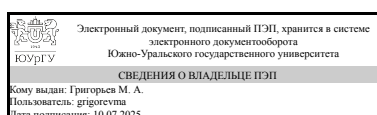
профиль подготовки Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

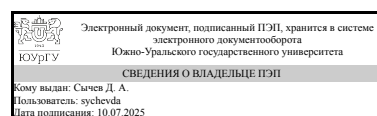
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Д. А. Сычев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины "Теория нелинейных и импульсных систем регулирования" состоит в ознакомлении с принципами построения нелинейных и импульсных систем регулирования, которые являются частью сложных электромеханических систем. Развитие у студентов практических представлений о процессах в таких системах и методах исследования поведения этих систем. Для достижения поставленной цели в курсе необходимо решить следующие задачи: изучение принципов построения нелинейных и импульсных систем регулирования; изучение принципов их математического описания; изучение вопросов анализа и синтеза систем автоматического регулирования (САР) с нелинейными и импульсными элементами.

Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются следующие вопросы: нелинейные системы; методы анализа нелинейных систем; установившиеся режимы в нелинейных системах; устойчивость нелинейных систем; понятие об импульсных системах; математическое описание импульсных систем; дискретные передаточные функции и расчет переходных процессов в импульсных системах; частотные характеристики и частотные передаточные функции импульсных систем; устойчивость импульсных систем. В процессе освоения дисциплины практические навыки будут формироваться в форме выполнения лабораторных работ. В течение семестра студенты защищают отчеты по лабораторным работам путем письменного ответа на вопросы по теории и содержанию выполненной работы. Вид промежуточной аттестации - зачет.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: Методы поиска информации по общим принципам построения нелинейных и импульсных систем регулирования Умеет: Строить статические, переходные и частотные характеристики нелинейных и импульсных систем с использованием компьютерных программ Имеет практический опыт: Анализа информации по проектированию нелинейных и импульсных систем регулирования
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: Показатели качества работы нелинейных и импульсных систем регулирования. Умеет: Оценивать устойчивость нелинейных и импульсных систем регулирования. Имеет практический опыт: Расчета режимов в нелинейных и импульсных системах регулирования.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Помехоустойчивость систем управления преобразователей, Техника высоких напряжений, Цифровые технологии, Преобразовательная техника, Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах, Электрический привод, Электрические машины, Электроэнергетические системы и сети, Физические основы электроники, Электрические станции и подстанции, Автоматизация типовых технологических процессов, Автоматизация и роботизация технологических процессов, Силовая электроника, Электроснабжение, Технология машино- и электромашиностроительного производства, Элементы систем автоматики, Термодинамика и теплотехника, Автономные инверторы напряжения и тока, Электрические и электронные аппараты, Проектирование электрических сетей, Микропроцессорные системы управления электроприводов, История России, Физика, Основы проектной деятельности, Теория автоматического управления, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
История России	Знает: Законы исторического развития и основы межкультурной коммуникации., Механизм возникновения проблемных ситуаций в разные исторические эпохи. Умеет: Оценивать достижения культуры на основе знания исторического контекста, анализировать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия., Анализировать различные способы преодоления проблемных ситуаций, возникавших в истории, осуществлять поиск, анализ и синтез исторической информации. Имеет практический опыт: Владения навыками бережного отношения к

	культурному наследию различных эпох., Выявления и систематизации различных стратегий действий в проблемных ситуациях.
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
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. Выбирать элементы электронных схем для решения поставленной задачи; анализировать и описывать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборах. Имеет практический опыт: Моделирования простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей. Экспериментального исследования характеристик и правильного выбора полупроводниковых приборов; способами управления электронными устройствами.
Электрические машины	Знает: Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета, 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 Умеет: Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения, 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 Имеет практический опыт: Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Исполнения 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
Техника высоких напряжений	Знает: Виды воздействующих на изоляцию при эксплуатации напряжений и перенапряжений и основные способы и средства защиты от них; особенности внешней и внутренней изоляции высоковольтных электроустановок., Условия рационального выполнения изоляции электроустановок. Умеет: Проводить измерения высокого напряжения., Анализировать влияние различных факторов на электрическую прочность и устройство изоляционных конструкций. Имеет практический опыт: Безопасной работы на высоковольтных электроустановках., Применения навыков проведения высоковольтных испытаний.
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.
Термодинамика и теплотехника	Знает: Основные законы теплопередачи, нагрева и охлаждения электротехнического оборудования. Умеет: Системные подходы к решению задач генерации, трансформации и

	потерь теплоты на промышленных предприятиях. Имеет практический опыт: Использования диаграмм, номограмм, справочных данных для решения задач по ведению режимов работы тепломеханического оборудования промышленных предприятий.
Основы проектной деятельности	Знает: Основные программные средства для проектирования объектов профессиональной деятельности в сфере электроэнергетики и электротехники., Структуру распределения обязанностей при проектировании объектов профессиональной деятельности в составе групп. Умеет: Составлять конструкторскую документацию при проектировании устройств., Реализовывать роли генератора идей, лидера и исполнителя в рамках проектной деятельности. Имеет практический опыт: Работы с современным программным обеспечением для проектирования объектов профессиональной деятельности в сфере электроэнергетики и электротехники., Проектирования объектов профессиональной деятельности в сфере электроэнергетики и электротехники в составе малых групп.
Проектирование электрических сетей	Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей
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 электроника	Знает: Основы расчета схем вентильных преобразователей, Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей постоянного и переменного тока. Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет, Рассчитывать параметры элементов силовых схем вентильных

	преобразователей. Имеет практический опыт: Исследования объектов силовой электроники, Разработки простых силовых схем вентильных преобразователей.
Электроэнергетические системы и сети	Знает: 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., Основные методы анализа режимов электрической сети. Умеет: 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., Рассчитывать параметры режимов электрических сетей. Имеет практический опыт: Использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей., Оценки режимов работы электроэнергетических сетей.
Микропроцессорные системы управления электроприводов	Знает: Принцип действия, схемы исполнения, режимы работы, способы управления и функциональные схемы силовых блоков управления современных микропроцессорных следящих и позиционных систем робототехники с шаговыми двигателями, двигателями постоянного тока с широтно-импульсными преобразователями и вентильными двигателями, Последовательность расчета микропроцессорной системы, характеристики и принципиальные схемы 8-ми разрядных микроконтроллеров и микропроцессоров, их характеристики и возможности, основные элементы микропроцессорной системы управления. Последовательность расчета микропроцессорной системы, характеристики и принципиальные схемы 8-ми разрядных микроконтроллеров и микропроцессоров, их характеристики и возможности, основные элементы микропроцессорной системы управления., Архитектуру, основные характеристики и возможности современных 8-ми разрядных микроконтроллеров и микропроцессоров, предназначенных для управления электроприводами, принципиальные

	схемы реализации, статические и динамические характеристики основных типов аналоговых и цифровых датчиков, используемых в электроприводах. Умеет: Использовать методы спектрального анализа для расчета переходных и установившихся режимов в системах управления электроприводов и технологических комплексах; снимать характеристики устройств микропроцессорных систем управления с применением электронных осциллографов и компьютеров, Выполнять синтез микропроцессорной системы, составлять перечень требуемых элементов, осуществлять выбор элементов и проверку их работоспособности в составе системы управления, выполнять корректировку параметров и элементов системы, снимать экспериментальный характеристики полученной микропроцессорной системы., Осуществлять поиск, прием, обработку и анализ информации с датчиков объектов управления и на основе этого синтезировать сигналы управления микропроцессорных систем с использование компьютерных технологий. Имеет практический опыт: Выполнять экспериментальные исследования микропроцессорных систем управления электроприводов и технологических комплексов по заданной методике, Выбора и обоснования конкретных решений, элементов и их параметров при синтезе системы управления, корректировать состав и характеристики элементов и системы в целом., Реализовывать микропроцессорные системы управления с приемом, обработкой, анализом и синтезом данных с заданными показателями точности и устойчивости системы в целом с использованием компьютерных технологий
Преобразовательная техника	Знает: Принципы действия вентильных преобразователей, их характеристики и параметры., 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
Физика	Знает: Фундаментальные разделы физики, Подходы и методы механики, физики колебаний и волн, термодинамики, классической и квантовой статистики, молекулярной физики, поведения веществ в электрическом и магнитном полях, волновой и квантовой оптики. методы и средства измерения физических величин; методы

	обработки экспериментальных данных, Основные методы научно-исследовательской деятельности методами фундаментальной физики Умеет: Использовать знания фундаментальных основ физики в обучении и профессиональной деятельности, в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний Применять основные законы механики, термодинамики, молекулярно-кинетической теории, электродинамики, оптики, физики атома, ядра для решения возникающих задач. Уметь работать с измерительными приборами. Уметь выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных, Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач Имеет практический опыт: Физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности, проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте; оформления отчетов по результатам исследований; работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; анализа полученных результатов, как решения задач, так эксперимента и измерений, Сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
Технология машино- и электромашиностроительного производства	Знает: Основы технологических цепочек по производству электромеханических устройств, входящих в состав современных электроприводов. Технологическую общность изготовления рассматриваемых деталей и сборочных единиц, входящих в состав электромеханических устройств. Основные этапы жизненного цикла электрических машин. Оценки качества изготовления электрических машин и электроприводов. Умеет: Выбирать технологические операции для производства изделий электромеханической промышленности. Имеет практический опыт: Разработки конструкторской документации на изделия электромеханической промышленности.
Автоматизация типовых технологических процессов	Знает: Методы синтеза систем программного управления, реализацию синтезированной системы на различной элементной базе., Принципы построения систем автоматики на

	различной элементной базе, номенклатуру программируемых логических контроллеров различных производителей Умеет: Составлять алгоритм автоматизации управления объектом., Читать функциональные схемы, принципиальные электрические схемы, а также схемы соединений, ориентироваться в разнообразии оборудования для систем автоматики и выбирать нужные элементы для замены Имеет практический опыт: Построения систем автоматики на современной элементной базе., Синтеза систем автоматики, диагностики систем автоматики
Автоматизация и роботизация технологических процессов	Знает: Основную элементную базу систем автоматического управления технологическими процессами применительно к управлению объектами энергетической отрасли. Умеет: Выбирать оборудование систем автоматического управления технологическими процессами на основании критериев взаимозаменяемости, быстродействия. Проектировать системы промышленной автоматизации с учетом помехозащищенности слаботочного канала в низковольтных и высоковольтных установках. Имеет практический опыт: Составления циклограмм типовых технологических процессов и составления логических уравнений по ним.
Электрические станции и подстанции	Знает: Параметры основного оборудования электроэнергетики - генераторов, трансформаторов, выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов., 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." Умеет: Находить и определять параметры основного оборудования электроэнергетики по справочным, каталожным, нормативным и др. документам., Пользоваться нормативными документами, определяющими работу станционного оборудования. Имеет практический опыт: Выбора основного оборудования электроэнергетики., Проектирования электроэнергетических объектов.
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: Синтеза регуляторов системы автоматического регулирования, Применения методов синтеза регуляторов системы автоматического регулирования
Элементы систем автоматики	Знает: Принципы работы и основные режимы функционирования элементов систем автоматического управления: аналоговых и цифровых схмотехнических элементов, датчиков электрических и неэлектрических величин., 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 Умеет: 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., 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 Имеет практический опыт: Создания простейших схем автоматического управления и анализа сигналов в них., Работы с основными электротехническими базами данных и различными элементами систем автоматики и электроизмерительной аппаратуры
Цифровые технологии	Знает: Современные информационные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности технологии, Основные языки программирования и их особенности при использовании, Основные понятия информатики и информационных технологий; методы и процессы сбора, передачи, обработки и накопления информации; законы и методы накопления, передачи и обработки

	информации с помощью компьютера; Умеет: Использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности, Использовать программные средства при проектировании объектов энергетической отрасли, Использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач обработки информации; Имеет практический опыт: Использования современных информационных технологии, компьютерной техники и прикладных программных средств, Написания прикладных программ для цифровизации объектов профессиональной деятельности, Работы на ПЭВМ с прикладными программными средствами
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
Помехоустойчивость систем управления преобразователей	Знает: Основы электромагнитной совместимости силовых вентильных преобразователей, пассивные и активные методы борьбы с помехами., Методы спектрального анализа устройств и систем управления вентильными преобразователями 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., Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет Имеет практический опыт: Разработки простых систем управления вентильными преобразователями с повышенной помехоустойчивостью., Моделирования и спектрального анализа элементов устройств и систем управления

	силовыми вентильными преобразователями
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
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Знает: Основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, Методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа, Основные параметры технологических процессов, электротехнических комплексов и требования, предъявляемые к ним Умеет: Устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды, 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 заданную методику, обеспечивающую требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса Имеет практический опыт: Работы с простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде, Работы с методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; работы с методикой системного подхода для

	решения поставленных задач, Оценки требуемых режимов работы и работоспособности электротехнических комплексов при заданных параметрах технологического процесса
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: Современные информационные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности технологии., Современное состояние отечественной промышленности и научных разработок в области электроэнергетики. Умеет: Использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности., Оценивать возможности внедрения современных технологий в объект профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Использования современных информационных технологий, компьютерной техники и прикладных программных средств., Организации проведения исследований и экспериментальных работ, направленных на повышение энергоэффективности.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 66,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	60	60
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	41,75	41,75
Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам	10	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10
Подготовка к лабораторным работам	10	10
Подготовка к зачёту	11,75	11.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по
---	----------------------------------	-----------------------------

раздела		видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Нелинейные системы. Установившиеся режимы в нелинейных системах	10	4	0	6
2	Методы анализа нелинейных систем. Фазовый метод	10	4	0	6
3	Устойчивость нелинейных систем автоматического регулирования (САР)	10	4	0	6
4	Понятие об импульсных системах. Математическое описание	10	4	0	6
5	Дискретные передаточные функции и частотные характеристики импульсных систем	10	4	0	6
6	Устойчивость импульсных систем	10	4	0	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Нелинейные системы. Типы и характеристики нелинейных элементов. Установившиеся режимы в нелинейных системах	2
2	1	Нелинейные системы. Соединения нелинейных элементов, методы расчёта параметров автоколебаний. Скользящий режим работы	2
3	2	Методы анализа нелинейных систем. Метод гармонической линеаризации	2
4	2	Методы анализа нелинейных систем. Фазовый метод	2
5	3	Устойчивость нелинейных САР. Критерии устойчивости	2
6	3	Устойчивость нелинейных САР. Примеры расчета	2
7	4	Понятие об импульсных системах. Математическое описание импульсных САР. Типы модуляции сигналов. Амплитуда-импульсная модуляция (АИМ) сигналов	2
8	4	Понятие об импульсных системах. Математическое описание импульсных САР. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) сигналов. Частотно-импульсная модуляция сигналов (ЧИМ)	2
9	5	Дискретные передаточные функции и расчет переходных процессов в импульсных САР. Частотные характеристики и частотные передаточные функции импульсных САР	2
10	5	Дискретные передаточные функции и расчет переходных процессов в импульсных САР. Частотные характеристики и частотные передаточные функции импульсных САР	2
11	6	Устойчивость импульсных САР. Критерии устойчивости	2
12	6	Устойчивость импульсных САР. Примеры расчета	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1, 2, 3	1	Моделирование установившихся режимов в нелинейных системах	6
4, 5, 6	2	Метод гармонической линеаризации и статические характеристики системы	6

		с последовательным соединением нелинейных звеньев	
7, 8, 9	3	Нелинейная система с релейным элементом	6
10, 11, 12	4	Моделирование импульсных систем с различными видами модуляции сигналов	6
13, 14, 15	5	Исследование статических и динамических характеристик импульсных систем с различными видами модуляции сигналов	6
16, 17, 18	6	Исследование устойчивости импульсных систем	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам	Доп. литература: [1] с. 35-135. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], [2]. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке: [1], [2].	8	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 5-19. Программное обеспечение: [1], [2].	8	10
Подготовка к лабораторным работам	Основная литература: [1] с.4-20, с. 23-31, с. 73-142. Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 5-19. Программное обеспечение: [1], [2].	8	10
Подготовка к зачёту	Основная литература: [1] с.4-20, с. 23-31, с. 73-142. Учебно-методическое обеспечение для СРС: [1] с. 45-47, с. 53-66, с. 68-81. Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 5-19.	8	11,75

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	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Лабораторной работе №1 "Система с нелинейным элементом"	0,2	5	Контроль разделов 1, 2. Лабораторная работа выполняется по вариантам, отчёт оформляется индивидуально. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее	зачет

			(разделы 1, 2)			установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - безошибочно выполнены графические построения частотных характеристик линейной части – 1 балл; - безошибочно выполнены графические построения частотных характеристик нелинейного элемента – 1 балл; - исходные данные для расчетов в программном обеспечении корректны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл.	
2	8	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №1 (разделы 1, 2)	0,2	5	Контроль разделов 1, 2. Защита отчета проводится каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Первые два вопроса основные. За каждый правильный ответ на вопрос ставится 2 балла, за частично правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов. Последний вопрос требует утвердительного или отрицательного ответа, либо необходимо выбрать правильный вариант из двух или трех предложенных. За правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов.	зачет
3	8	Текущий контроль	Отчет по лабораторной работе №2 "Исследование нелинейных систем методом фазовой плоскости" (разделы 3, 4)	0,15	5	Контроль разделов 3, 4. Лабораторная работа выполняется по вариантам, отчет оформляется индивидуально. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - правильно реализована математическая модель нелинейной системы – 1 балл; - безошибочно построены фазовые траектории вручную – 1 балл; - безошибочно построены фазовые траектории в программном обеспечении – 1 балл; - анализ влияния параметров нелинейного элемента на процессы в	зачет

						нелинейной системе корректен – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл.	
4	8	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №2 (разделы 3, 4)	0,15	5	Контроль разделов 3, 4. Защита отчета проводится каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Первые два вопроса основные. За каждый правильный ответ на вопрос ставится 2 балла, за частично правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов. Последний вопрос требует утвердительного или отрицательного ответа, либо необходимо выбрать правильный вариант из двух или трех предложенных. За правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов.	зачет
5	8	Текущий контроль	Отчет по лабораторной работе №3 "Система с импульсным элементом" (разделы 5, 6)	0,15	5	Контроль разделов 5, 6. Лабораторная работа выполняется по вариантам, отчет оформляется индивидуально. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - правильно реализована математическая модель импульсной системы – 1 балл; - безошибочно построены частотные характеристики эквивалентной непрерывной системы – 1 балл; - оценка устойчивости эквивалентной непрерывной системы выполнена верно – 1 балл; - оценка устойчивости импульсной системы с учетом скважности импульсов выполнена верно – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл.	зачет
6	8	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №3 (разделы 5, 6)	0,15	5	Контроль разделов 5, 6. Защита отчета проводится каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Первые два вопроса основные. За каждый правильный ответ на вопрос ставится 2 балла, за частично правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов. Последний вопрос требует утвердительного или отрицательного ответа, либо	зачет

						необходимо выбрать правильный вариант из двух или трех предложенных. За правильный ответ ставится 1 балл, за неправильный ответ - 0 баллов.	
7	8	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	Студенту выдается тестовая работа, состоящая из 20-ти заданий, позволяющих оценить сформированность компетенций. Максимальная оценка за тестирование 10 баллов. За каждый правильный ответ выставляется 0,5 балла. Для зачета достаточно набрать 6 баллов. На ответы отводится 30 минут. По истечении этого времени преподаватель проверяет ответы, задает при необходимости уточняющие вопросы и выставляет оценку.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Итоговый рейтинг R_d рассчитывается на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ по формуле: $R_d = R_{тек}$, где $R_{тек} = 0,2 \cdot KM_1 + 0,2 \cdot KM_2 + 0,15 \cdot KM_3 + 0,15 \cdot KM_4 + 0,15 \cdot KM_5 + 0,15 \cdot KM_6$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Шкала перевода рейтинга: "Зачтено" - $R_d = 60 \dots 100\%$, "Не зачтено" - $R_d = 0 \dots 59\%$. Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающегося выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на зачете. В этом случае рейтинг студента по дисциплине R_d определяется по формуле $R_d = 0,6 \cdot R_{тек} + 0,4 \cdot R_{па}$, где $R_{па}$ - рейтинг промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM						
		1	2	3	4	5	6	7
УК-1	Знает: Методы поиска информации по общим принципам построения нелинейных и импульсных систем регулирования	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: Строить статические, переходные и частотные характеристики нелинейных и импульсных систем с использованием компьютерных программ	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: Анализа информации по проектированию нелинейных и импульсных систем регулирования					+		+
ПК-1	Знает: Показатели качества работы нелинейных и импульсных систем регулирования.					+		+
ПК-1	Умеет: Оценивать устойчивость нелинейных и импульсных систем регулирования.					+		+
ПК-1	Имеет практический опыт: Расчета режимов в нелинейных и импульсных системах регулирования.					+		+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Бабаков, Н. А. Теория автоматического управления Ч. 2 Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления Учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика": В 2-х ч. Под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 503 с.

б) дополнительная литература:

1. Усынин, Ю. С. Теория автоматического управления [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 140604 - "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" Ю. С. Усынин. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 174, [1] с. ил. электрон. версия

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

1. Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ) Челябинск Вестник Южно-Уральского государственного университета Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-
2. Реферативный журнал. Энергетика. 22. свод. том Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНТИ, 1982-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления Т. 2 Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы Учеб. пособие для вузов по направлению "Автоматизация и упр." Д. П. Ким. - М.: Физматлит, 2004. - 463 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления Т. 2 Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы Учеб. пособие для вузов по направлению "Автоматизация и упр." Д. П. Ким. - М.: Физматлит, 2004. - 463 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Нелинейные и импульсные системы регулирования: учебное пособие / В.П. Мацин, А.Н. Горожанкин, Н.Ю. Сидоренко. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2011. - 21 с. https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000526632&dtype=F&etyp

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(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	526-2 (1)	Компьютерный класс кафедры АЭП имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электрических преобразователей и систем управления).
Лекции	526-3 (1)	Специализированные аудитории, оборудованные аудиовизуальным оборудованием и стендами, позволяющими вести учебным процесс с использованием мультимедийных технологий.