ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

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: 20.05.2022

К. М. Виноградов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.09 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 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.

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: 20.05.2022

К. М. Виноградов

Разработчик программы, преподаватель

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Микерина О. С.
Пользователь: mikerinaos
Дата подписания: 20.05.2022

О. С. Микерина

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Обучение студентов основам теории автоматического управления, необходимым при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления. Освоение основных принципов построения систем управления, форм представления и преобразования моделей систем, методов анализа и синтеза.

Краткое содержание дисциплины

Основные понятия автоматического управления; математическое описание нелинейных непрерывных объектов и систем управления; устойчивость нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования; качество нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования; синтез нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования; импульсные нелинейные системы автоматического регулирования; нелинейные системы автоматического управления; оптимальные системы автоматического управления; робастные и адаптивные системы

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
Прикладное программирование, Физические основы электроники, Автоматизация типовых технологических процессов, Электрические станции и подстанции, Электрические машины,	Моделирование электропривода, Методы автоматизированного проектирования электроприводов, Микропроцессорные системы управления электроприводов, Производственная практика, преддипломная

Моделирование электронных устройств, Практикум по виду профессиональной деятельности, Введение в направление, Информационные технологии, Электроэнергетические системы и сети, Тепловые процессы в электроэнергетике и электротехнике, Электроснабжение, Элементы систем автоматики, Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике, Автономные инверторы напряжения и тока, Электрические и электронные аппараты, Электрический привод, Теория автоматического управления, Силовая электроника, Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах, Физика, Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр), Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	практика (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
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.
Физика	Знает: Основные методы научно-исследовательской деятельности методами фундаментальной физики, 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 Умеет: 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, 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 Имеет практический опыт: Сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования, 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
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
Электрические машины	Знает: 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, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин, Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета Умеет: 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, Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках, Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения Имеет практический опыт: 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, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink
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
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: 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.

Введение в направление	Знает: Определение термина электропривод, перечень дисциплин, изучаемых студентами при освоении данной специальности; как математика, физика, теоретическая механика, связаны со специальными дисциплинами изучаемыми по данному направлению., Область профессиональной деятельности выпускника данного профиля. Основные мировые тенденции в развитии регулируемого электропривода. Умеет: Установить связь между техническими проблемами и фундаментальными законами науки, найти необходимую информацию по проблеме или способу ее решения., Оценить насколько то или иное промышленное решение соотносится с современным уровнем развития технологии Имеет практический опыт: Решения простых задач, и поиска необходимой информации., Решения практических задач, основанных на школьных курсах математики и физики
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.
Практикум по виду профессиональной деятельности	Знает: Актуальные и информативные электронные библиотеки, ресурсы и базы данных для поиска и анализа литературы в области электроэнергетики и электротехники., Методы расчета установившихся режимов типовых электродвигателей в составе электропривода. Умеет: Работать в российских и международных наукометрических базах данных, патентных информационных системах, научных аналитических системах, электронных библиотеках; осуществлять поиск источников и анализ публикационной активности источника, издания, автора; составлять библиографические списки по нормативным требованиям; анализировать и применять найденную информацию в своем исследовательском проекте; осуществлять выбор издания для обнародования результатов исследовательской деятельности, Производить расчет механической части типовых кинематических схем в электроприводе. Производить расчет характеристик типовых промышленных электроприводов. Имеет практический опыт: Поиска, обзора, анализа и применения научной и технической литературы по исследуемой теме в области автоматизированного электропривода с использованием наукометрических баз данных, электронных библиотек и других ресурсов.,

	Цифрового моделирования систем электропривода при проектировании.
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
Информационные технологии	Знает: Сущность процессов, протекающих в энергетических объектах, 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., Современные информационные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности технологии Умеет: Разрабатывать модели и алгоритмы функционирования энергетических объектов, Использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач обработки информации., Использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности Имеет практический опыт: Работы с программными средствами для анализа протекающих процессов,

	Работы на ПЭВМ с прикладными программными средствами., Использования современных информационных технологии, компьютерной техники и прикладных программных средств
Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике	Знает: Физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей; методы экспериментального исследования управляемых выпрямителей, автономных инверторов, Соотношение для токов и напряжений вентилей, трансформатора, фильтра в зависимости от номинальных параметров нагрузки Умеет: Составить схему замещения преобразователя для определения выходного напряжения, напряжения на вентиле, на сглаживающем фильтре, Выбрать вентили, фильтр, трансформатор и прочие элементы силовой полупроводниковой техники по справочным данным Имеет практический опыт: Экспериментального исследования при помощи осциллографа, измерительных приборов, автономных датчиков тока и напряжения, Компьютерных расчетов характеристик выбранного преобразователя
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
Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах	Знает: Устройство, принцип действия электронного осциллографа и других измерительных приборов (мультиметр, генератор, приставка-осциллограф), Принципы действия, схемы исполнения и характеристики микропроцессорных средств, систем электропривода и технологических объектов автоматизации, последовательность расчета электромеханических систем. Умеет: Измерять параметры и снимать характеристики микропроцессорных устройств и микроконтроллеров с применением электронных осциллографов и других измерительных приборов, Проектировать микропроцессорные средства ввода и вывода данных, индикации и коррекции информации в дискретной форме для построения отдельных узлов и элементов электропривода и систем автоматизации. Имеет

	практический опыт: Выполнять экспериментальные исследования микропроцессорных устройств и микроконтроллеров по заданной методике, Синтеза элементов и устройств микропроцессорных средств для электропривода и систем автоматизации в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией.
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.
Автономные инверторы напряжения и тока	Знает: Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей, ориентированных на преобразование постоянного тока в переменный., Основы расчета схем автономных инверторов Умеет: Рассчитывать параметры элементов силовых схем автономных инверторов., Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет Имеет практический опыт: Способностью разрабатывать простые силовые схемы автономных инверторов., Исследования объектов силовой электроники
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
Тепловые процессы в электроэнергетике и электротехнике	Знает: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. 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 тепломеханичекого оборудования промышленных предприятий.
Прикладное программирование	Знает: 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., 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. Умеет: Использовать математические основы информатики, использовать микропроцессоры и микроконтроллеры для решения простейших задач управления электромеханическими объектами и индикацией их состояния., 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. Имеет практический опыт: Решения задач анализа работы простейших схем микропроцессорной и микроконтроллерной техники, моделирования устройств микропроцессорной техники для решения конкретных задач управления простейшими электромеханическими объектами., 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
Учебная практика, ознакомительная практика (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, научно-исследовательская работа (6 семестр)	Знает: Современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации, 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 Умеет: Вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке, 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 Имеет практический опыт: Поиска, обмена деловой

	информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке, 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

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
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе «Процедура коррекции систем автоматического управления»	24	24
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе « Устойчивость систем автоматического управления»	24	24
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе « Исследование типовых динамических звеньев»	24	24
Подготовка к зачету	17,75	17.75
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	Основные понятия автоматического управления	0,5	0,5	0	0
2	Математическое описание нелинейных непрерывных объектов и систем управления	1	0,5	0	0,5
3	Устойчивость нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования	1,5	1	0	0,5
4	Качество нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования	2	1	0	1
5	Синтез нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования	2	1	0	1

6	Импульсные нелинейные системы автоматического регулирования	1,5	0,5	0	1
7	Нелинейные системы автоматического управления	1	0,5	0	0,5
8	Оптимальные системы автоматического управления	0,5	0,5	0	0
9	Робастные и адаптивные системы	2	0,5	0	1,5

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия автоматического управления. Автоматизация и механизация производства. Управление, объект управления, управляемые величины, управляющие и возмущающие воздействия. Автоматическое управление, автоматическое управляющее устройство, система автоматического управления. Разомкнутые и замкнутые системы управления. Понятие обратной связи. Подсистемы автоматического регулирования. Автоматический регулятор. Основные функциональные элементы регулятора и алгоритм его функционирования. Способы реализации алгоритмов регулирования. Аналоговые и цифровые регуляторы. Классификация АСР (непрерывные, дискретные, линейные, нелинейные, оптимальные, адаптивные и т.д.). Автоматизированные системы управления современными технологическими процессами, их структура, виды обеспечения. Примеры реальных систем автоматического управления и регулирования.	0,5
2	2	Математическое описание нелинейных непрерывных объектов и систем управления. Нелинейные непрерывные модели и характеристики СУ. Модели вход-выход: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики. Модели вход-состояние-выход. Преобразования форм представления моделей.	0,5
3,4	3	Устойчивость нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования. 3.1. Проблема устойчивости САР. Понятие устойчивости систем автоматического регулирования (САР). Устойчивость нелинейных непрерывных САР. Определение устойчивости по передаточной матрице системы. Причины появления неустойчивости нелинейных непрерывных САР. Влияние коэффициента передачи на устойчивость системы	1
5,6	4	Качество нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования. Качество САР в статических и стационарных динамических режимах. Определение статической ошибки по задающему и возмущающему воздействиям. Качество САР в стационарных динамических режимах (при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной). Способы снижения и устранения ошибки при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной	1
3	5	ПИД-регулятор. ЛАЧХ, ЛФЧХ	0,25
7,8,9	5	Синтез нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования. Постановка задачи синтеза регуляторов и корректирующих устройств одномерных нелинейных непрерывных САР. Общие подходы структурно-параметрического синтеза регуляторов в классе одномерных нелинейных непрерывных систем. Построение эталонных передаточных функций замкнутой системы. Построение эталонной передаточной функции системы в классе низкочастотных фильтров Баттерворта. Построение эталонной передаточной функции системы методами стандартных коэффициентов. Общетеоретические методы синтеза регуляторов в классе многомерных нелинейных непрерывных систем	0,25
10,11	5	Применение принципа динамической компенсации для синтеза нелинейной	0,5

		САР. Расчет регулятора с помощью уравнений синтеза. Применение обратных связей по производным выходного сигнала для синтеза нелинейной САР. Модальное управление. Применение стационарного наблюдателя. Практические методы синтеза нелинейных непрерывных САР. Влияние местных обратных связей на свойства типичных объектов. Последовательные корректирующие устройства – регуляторы. Типовые законы регулирования. Пропорциональный и интегральный регуляторы и их характеристики. ПД-регулятор и его характеристики. ПИД-регулятор и его характеристики. Расчет регуляторов на заданный частотный показатель колебательности. Расчет регуляторов методом расширенных амплитудно-частотных характеристик. Синтез последовательных корректирующих устройств с помощью ЛАЧХ. Связь ЛАЧХ минимально фазовой разомкнутой системы с показателями качества замкнутой. Построение эталонной ЛАЧХ разомкнутой системы. Определение и упрощение передаточной функции корректирующего устройства. Пример решения задачи синтеза.	
12,13	6	Импульсные линейные системы автоматического регулирования. Классификация дискретных систем управления. Импульсные системы. Виды импульсной модуляции. Математическое описание импульсных систем. Применение непрерывной модели для системы с ШИМ-модуляцией. Математическое описание импульсных систем	0,5
14	7	Нелинейные системы автоматического управления. Определение и особенности нелинейных систем автоматического управления. Определение нелинейных САУ. Виды нелинейностей. Существенные и несущественные нелинейности. Линеаризация нелинейных моделей «в малом». Статические режимы нелинейных систем. Последовательное, параллельное и соединение в виде ОС статических нелинейностей. Ограничение сигналов в системах автоматического регулирования. Организация и моделирование ограничений. Особенности стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях. Исследование стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях методом статистической линеаризации	0,5
15	8	Оптимальные системы автоматического управления Постановка задачи оптимального управления. Классификация задач оптимизации динамических режимов САР	0,5
16	9	Робастные и адаптивные системы. Общие понятия теории робастных систем. Принципы построения и классификация адаптивных систем.	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	Математическое описание нелинейных непрерывных объектов и систем управления. Нелинейные непрерывные модели и характеристики СУ. Модели вход-выход: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики. Модели вход-состояние-выход. Преобразования форм представления моделей.	0,5
2	3	Устойчивость нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования. 3.1. Проблема устойчивости САР. Понятие устойчивости систем автоматического регулирования (САР). Устойчивость нелинейных непрерывных САР. Определение устойчивости по передаточной матрице	0,5

		системы. Причины появления неустойчивости нелинейных непрерывных САР. Влияние коэффициента передачи на устойчивость системы	
3	4	Качество нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования. Качество САР в статических и стационарных динамических режимах. Определение статической ошибки по задающему и возмущающему воздействиям. Качество САР в стационарных динамических режимах (при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной). Способы снижения и устранения ошибки при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной	1
4	5	Синтез нелинейных непрерывных систем автоматического регулирования. Постановка задачи синтеза регуляторов и корректирующих устройств одномерных нелинейных непрерывных САР. Общие подходы структурно-параметрического синтеза регуляторов в классе одномерных нелинейных непрерывных систем. Построение эталонных передаточных функций замкнутой системы. Построение эталонной передаточной функции системы в классе низкочастотных фильтров Баттерворта. Построение эталонной передаточной функции системы методами стандартных коэффициентов. Общетеоретические методы синтеза регуляторов в классе многомерных нелинейных непрерывных систем	1
5	6	Импульсные линейные системы автоматического регулирования. Классификация дискретных систем управления. Импульсные системы. Виды импульсной модуляции. Математическое описание импульсных систем. Применение непрерывной модели для системы с ШИМ-модуляцией. Математическое описание импульсных систем	1
6	7	Нелинейные системы автоматического управления. Определение и особенности нелинейных систем автоматического управления. Определение нелинейных САУ. Виды нелинейностей. Существенные и несущественные нелинейности. Линеаризация нелинейных моделей «в малом». Статические режимы нелинейных систем. Последовательное, параллельное и соединение в виде ОС статических нелинейностей. Ограничение сигналов в системах автоматического регулирования. Организация и моделирование ограничений. Особенности стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях. Исследование стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях методом статистической линеаризации	0,5
7	9	Робастные и адаптивные системы. Общие понятия теории робастных систем. Принципы построения и классификация адаптивных систем.	1,5

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 «Процедура коррекции систем автоматического управления»	ЭУМД: [МПСРС, 2], Работа №4, с. 26–29	9	24
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе « Устойчивость систем автоматического управления»	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 8: §8.1–8.8, с. 117–135; Гл. 11: §11.1–11.3, с. 159–168. ЭУМД: [МПСРС, 2], Работа №3, с. 20–25	9	24
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе « Исследование типовых динамических звеньев»	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 5: §5.1–5.2, с. 80–82. ЭУМД: [МПСРС, 2], Работа №1, с. 3–13	9	24
Подготовка к зачету	ПУМД: [Осн. лит., 1] и [Осн. лит., 2]	9	17,75

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-мест	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	9	Текущий контроль	Тестовое задание №1	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
2	9	Проме-жуточная аттестация	Тестовое задание №2	-	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
3	9	Текущий контроль	Тестовое задание №3	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
4	9	Текущий контроль	Тестовое задание №4	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
5	9	Текущий контроль	Тестовое задание №5	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
6	9	Текущий контроль	Тестовое задание №6	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
7	9	Текущий контроль	Тестовое задание №7	10	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
8	9	Бонус	Отчет по лабораторной работе №7	-	5	За каждый правильный график и определенные показатели качества студент получает 1 балл.	зачет
9	9	Текущий контроль	Итоговый тест	60	50	Тест состоит из 50 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет
10	9	Проме-жуточная аттестация	Экзаменационный тест	-	60	Тест состоит из 60 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	деятельности обучающихся.	

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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. 1 Теория линейных 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. - 367 с. ил.
2. 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
3. Теория автоматического управления : Нелинейные системы, управления при случайных воздействиях Учеб. для вузов по спец."Автоматика и телемеханика","ЭВМ","Информ.-измер. техника" А. В. Нетушил и др.; Под ред. А. В. Нетушила. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1983. - 432 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Гафиятуллин, Р. Х. Теория автоматического управления Учеб. пособие к курс. проектированию ЧГТУ, Каф. Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов; Р. Х. Гафиятуллин, В. Г. Маурер, В. П. Мацин; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1997
2. Мацин, В. П. Теория автоматического управления Текст учеб. пособие к курсовому проектированию для студентов-заочников специальности 1804 В. П. Мацин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 21, [2] с. ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Теория автоматического управления: учебное пособие
2. http://model.exponenta.ru/lectures/index.htm

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Теория автоматического управления: учебное пособие
2. http://model.exponenta.ru/lectures/index.htm

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5848 — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лазарев, В.Л. Теория автоматического управления. [Электронный ресурс] / В.Л. Лазарев, А.Ю. Кириков. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2006. — 28 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/43693 — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 624 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/68460 — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шаронов, А.В. Методы функционального анализа в теории систем автоматического управления. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М. : Горная книга, 2005. – 245 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3505.

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)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий

Лабораторные занятия	526б (1)	Помещение для лабораторных занятий, индивидуальных и групповых консультаций, ауд. 526б (Учебная лаборатория "Теория автоматического управления и моделирования электрических приводов"). Специализированная мебель. Компьютеры – 11 шт.; Исследовательский лабораторный комплекс "Высокопроизводительные микроконтроллеры в системах управления электроприводов летательных аппаратов" - 1 шт.; Исследовательский лабораторный комплекс "Системы и теория автоматического управления летательных аппаратов'‘ - 1 шт. Windows (Microsoft: 44217668; 44217669; 44235665; 44235666; 44235667; 44235668; 44235669; 44235671; 44235673; 44711534; 44711944) Office (Microsoft: 67170556; 67250383; 67250386; 67250387; 67250392; 67560891; 67560893; 67712072; 67712363; 67723111; 67723112) Win CC Basic (:Token Sn S VPF81570156) Сведения об Open License: 67170556 лицензия от 11.03.2016 до 31.03.2018; Сведения об Open License: 67250383 лицензия от 07.02.2016 до 28.02.2018; Сведения об Open License: 67250386 лицензия от 27.10.2016 до 31.10.2018; Сведения об Open License: 67250387 лицензия от 07.01.2016 до 31.01.2018; Сведения об Open License: 67250392 лицензия от 12.12.2016 до 31.12.2018; Сведения об Open License: 67560891 лицензия от 12.12.2016 до 31.12.2018; Сведения об Open License: 67560893 лицензия от 10.12.2016 до 31.12.2018; Сведения об Open License: 67712072 лицензия от 25.09.2016 до 30.09.2018; Сведения об Open License: 67712363 лицензия от 11.03.2017 до 31.03.2019; Сведения об Open License: 67723111 лицензия от 07.10.2017 до 31.10.2019; Сведения об Open License: 67723112 лицензия от 04.10.2017 до 31.10.2019
Практические занятия и семинары	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)