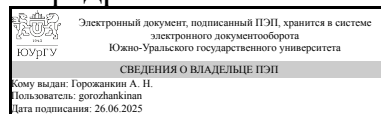


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



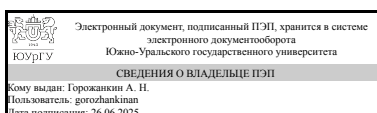
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.04 Системная и противоаварийная автоматика
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Интеллектуальные электроэнергетические системы и
сети
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

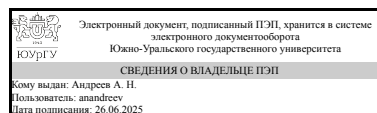
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом
Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. Н. Андреев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся комплексного представления об архитектуре, принципах работы, особенностях настройки и эксплуатации комплексов автоматического управления режимами работы электроэнергетических систем. Задачи дисциплины: - изучение принципов действия устройств автоматического управления; - изучение алгоритмов работы устройств автоматического управления; - изучение особенностей взаимодействия устройств релейной защиты и устройств автоматического управления; - изучение принципиальных схем реализации устройств автоматического управления на различной элементной базе.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина включает следующие разделы: - автоматическое регулирование частоты и мощности в электроэнергетической системе; - автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин; - автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу; - автоматика предотвращения нарушения устойчивости; - автоматика ликвидации асинхронного режима.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен принимать организационно-управленческие решения при работе на объектах профессиональной деятельности	Знает: Принципы автоматического регулирования частоты и мощности в энергосистеме, управления возбуждением синхронных машин, автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу. Классификацию устройств противоаварийной автоматики и автоматики нормального режима. Алгоритмы работы автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР), автоматики, реагирующей на изменение напряжения в сети (АОСН и АОПН). Принципы передачи данных по каналам связи. Умеет: Анализировать логику работы устройств автоматического управления и исследовать их взаимодействия с устройствами релейной защиты Имеет практический опыт: Выбора и проверки уставок устройств автоматического управления объектами электроэнергетической системы

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Интеллектуальные электроэнергетические	Оптимальное управление электрическими

системы, Активно-адаптивные электрические сети, Устойчивость электроэнергетических систем, Инновационное электрооборудование, Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	системами на базе иерархических моделей, Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов, Цифровые технологии оперативного управления режимами, Автоматизированные системы управления технологическим процессом, Производственная практика (преддипломная) (5 семестр)
--	---

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

Дисциплина	Требования
Инновационное электрооборудование	Знает: Технологическую часть электрических станций, выполненных по современным технологиям: газотурбинные электростанции с комбинированным циклом, ветро- и солнечные электростанции, гидроэлектростанции и малая генерация. Главные электрические схемы электрических станций и подстанций. Системы собственных нужд электростанций и подстанций. Современные технологии коммутации электрических цепей и гашения электрической дуги, современные коммутационные аппараты. Инновационные системы измерений и перспективные измерительные приборы, такие как цифровые и оптические измерительные трансформаторы тока, измерительные трансформаторы напряжения, комбинированные устройства измерения. Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития объектов электроэнергетической системы с применением современного электрооборудования. Имеет практический опыт: Сравнения и оценки технических и стоимостных показателей технологических схем и электрооборудования для объектов электроэнергетической системы.
Активно-адаптивные электрические сети	Знает: Виды и функциональные свойства устройств управления режимами электроэнергетических систем, реализованных на базе силовой электроники. Вставки и передачи постоянного тока, источники реактивной мощности, выполненные на основе преобразователей тока и напряжения. Устройства компенсации и гибкого (активно-адаптивного) управления режимами электрических сетей. Умеет: Анализировать установившиеся и переходные режимы электроэнергетических систем с элементами гибкого (активно-адаптивного) управления, реализованными на базе силовой электроники. Имеет практический опыт: Техничко-экономического расчета и анализа

	режимов активно-адаптивных электрических сетей с применением ЭВМ и специализированных программных средств.
Интеллектуальные электроэнергетические системы	Знает: Основное оборудование сложноразветвленных электрических сетей и систем, выполненных с применением устройств интеллектуального управления. Схемы замещения и математические модели высоковольтных линий электропередачи, трансформаторов, синхронных генераторов, нагрузок, применяемые в расчетах установившихся режимов. Методы расчета и моделирования установившихся режимов сложноразветвленных электрических сетей. Способы и методы регулирования и оптимизации параметров режимов электрических сетей и основы компенсации реактивной мощности в электрических сетях., Методы исследования и анализа режимов интеллектуальных электроэнергетических сетей и систем Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития электроэнергетических сетей и систем. Выполнять расчеты и оптимизировать режимы работы электрических сетей и систем, выполненных с применением устройств интеллектуального управления., Анализировать режимы и условия работы электрооборудования путем обобщения результатов исследования Имеет практический опыт: Техно-экономического расчета и анализа режимов сложноразветвленных электрических сетей с применением ЭВМ и специализированных программных средств., Исследования режимов и условий работы электрооборудования интеллектуальных электроэнергетических сетей и систем
Устойчивость электроэнергетических систем	Знает: Особенности развития и моделирования переходных процессов в электроэнергетических системах. Основные понятия об устойчивости энергосистемы, синхронного генератора, узла асинхронной нагрузки, знает виды устойчивости. Современные средства и способы обеспечения устойчивости электроэнергетических систем. Умеет: Применять практические методики расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах с использованием справочной или иной информации для оценки допустимости режимов работы электроэнергетических систем. Оценивать допустимость режимов по условиям устойчивости. Имеет практический опыт: Анализа устойчивости электроэнергетических систем с применением ЭВМ и специализированных программных средств, а также регулирования режимов в простейших электроэнергетических системах.
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Знает: Виды и особенности профессиональной

	деятельности, профессиональную терминологию Умеет: Организовать себя и организовать работу малых коллективов для решения профессиональных задач. Формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета Имеет практический опыт: Постановки и решения профессиональных задач
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 20,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5
Подготовка к выполнению лабораторных работ и оформление отчета о выполнении практического задания "Разработка алгоритма управления микропроцессорного устройства автоматического управления частотой и мощностью энергоблока".	77,5	77,5
Подготовка к экзамену	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Автоматическое регулирование частоты и мощности в энергосистеме	8	2	0	6
2	Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин	1	1	0	0
3	Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу	1	1	0	0
4	Автоматика предотвращения нарушения устойчивости	1	1	0	0
5	Автоматика ликвидации асинхронного режима	1	1	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Баланс мощности и частота. Статические частотные характеристики потребителей. Регулирующий эффект нагрузки. Статическая частотная характеристика генерирующей части энергосистемы.	1
2	1	Функциональная схема автоматического регулятора частоты вращения (АРЧВ). Совмещенная статическая частотная характеристика энергосистемы. Астатическое и статическое регулирование частоты в энергосистеме.	1
3	2	Назначение, принцип действия и способы регулирования возбуждения синхронных генераторов. Виды АРВ. Устройства быстродействующей форсировки и расфорсировки возбуждения синхронных генераторов. Компаундирование возбуждения синхронных генераторов.	1
4	3	Способы синхронизации: точная синхронизация генератора с сетью, метод самосинхронизации. Условия включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью. Автоматический синхронизатор с постоянным временем и постоянным углом опережения включения.	1
5	4	Назначение и особенности функционирования АПНУ. Общие принципы построения АПНУ. Децентрализованные и централизованные комплексы АПНУ. Автоматическое дозирование противоаварийных управляющих воздействий в комплексах АПНУ.	1
6	5	Основные принципы реализации АЛАР. Изменения электрических величин в режиме асинхронного хода. Реализация АЛАР на полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе.	1

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Разработка алгоритма устройства автоматического разворота турбины до номинальной частоты вращения за заданное время.	1
2	1	Исследование работы устройства автоматического разворота турбины до номинальной частоты вращения за заданное время.	1
3	1	Разработка алгоритма астатического регулятора частоты вращения турбины в режиме холостого хода.	1
4	1	Исследование работы астатического регулятора частоты вращения турбины в режиме холостого хода.	1
5	1	Разработка алгоритма статического регулятора частоты вращения турбины в режиме параллельной работы синхронного генератора с сетью.	1
6	1	Исследование работы статического регулятора частоты вращения турбины в режиме параллельной работы синхронного генератора с сетью.	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 к выполнению лабораторных работ и оформление отчета о выполнении практического задания "Разработка алгоритма управления микропроцессорного устройства автоматического управления частотой и мощностью энергоблока".	Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем: учебник для вузов - 3-е изд., исправленное / Н.И. Овчаренко; под. ред. А.Ф. Дьякова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. Глава 2. стр. 80-133.	3	77,5
Подготовка к экзамену	Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем: учебник для вузов - 3-е изд., исправленное / Н.И. Овчаренко; под. ред. А.Ф. Дьякова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009.	3	10

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	3	Текущий контроль	Тест №1. Автоматическое регулирование частоты и мощности в энергосистеме.	1	6	Тест состоит из 5 вопросов, баллы начисляются за каждый вопрос. За правильный ответ на вопрос начисляется 1 балл. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Тест считается пройденным, если студент набрал не менее 3 баллов (50%).	экзамен
2	3	Текущий контроль	Тест №2. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин.	1	6	Тест состоит из 5 вопросов, баллы начисляются за каждый вопрос. За правильный ответ на вопрос начисляется 1 балл. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Тест считается пройденным, если студент набрал не менее 3 баллов (50%).	экзамен
3	3	Текущий контроль	Тест №3. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу	1	6	Тест состоит из 5 вопросов, баллы начисляются за каждый вопрос. За правильный ответ на вопрос начисляется 1 балл. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Тест считается пройденным, если студент набрал не менее 3 баллов (50%).	экзамен
4	3	Текущий контроль	Тест №4. Автоматика предотвращения нарушения	1	6	Тест состоит из 2 вопросов, баллы начисляются за каждый вопрос. Каждый вопрос содержит один или несколько правильных ответов. При	экзамен

			устойчивости.			выборе всех правильных ответов на вопрос начисляется 3 балла. При частично-правильном ответе на вопрос начисляется от 1 до 2 баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Тест считается пройденным, если студент набрал не менее 3 баллов (50%).	
5	3	Текущий контроль	Тест №5. Автоматика ликвидации асинхронного режима.	1	6	Тест состоит из 4 вопросов, баллы начисляются за каждый вопрос. За правильный ответ на 1 вопрос начисляется 3 балла. За правильный ответ на 2, 3 и 4 вопрос начисляется по 1 баллу за каждый. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Тест считается пройденным, если студент набрал не менее 3 баллов (50%).	экзамен
6	3	Текущий контроль	Практическое задание	1	30	Задание должно быть выполнено и оформлено по установленному шаблону в соответствии с индивидуальным заданием и согласно требованиям кафедры. Критерии начисления баллов: 30 баллов – если задание сдано в срок, правильно реализованы все функции перечисленные в индивидуальном задании, представлены верные электрические схемы, решение задания сопровождается исчерпывающими комментариями и пояснениями к ходу выполнения, отсутствуют замечания к оформлению задания; 25 баллов – если имеются недочеты, не влияющие на конечный результат, задание сдано с опозданием; 20 баллов – если реализовано более 75% функций, перечисленных в индивидуальном задании, нет претензий к графической части, содержанию и оформлению ответа на задание; 15 баллов – если реализовано более 50% функций, перечисленных в индивидуальном задании, имеются ошибки в электрических схемах, есть замечания к оформлению задания; 10 баллов – если реализовано менее 50% всех функций, представленных в индивидуальном задании, имеются грубые ошибки и неточности; в остальных случаях 0 баллов. Работа засчитывается, если её оценка составила не менее 15 баллов (50%), в противном случае преподаватель возвращает работу студенту на исправление или доработку.	экзамен

7	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	Баллы начисляются за ответы на вопросы в билете. Билет содержит два вопроса. Ответ на каждый вопрос оценивается максимум в 20 баллов. За правильный развернутый ответ на поставленный вопрос начисляется 20 баллов. Если ответ неполон или неточен или допущены ошибки, но при этом студент дал правильный исчерпывающий ответ на дополнительный или наводящий вопрос, то начисляется 15 баллов. Если ответ студента на дополнительный/наводящий вопрос неполон или неточен, то 12 баллов. В остальных случаях 0 баллов. Для студентов, набравших на экзамене 0 баллов за ответы на оба вопроса, мероприятие не засчитывается и расчёт итогового рейтинга по дисциплине не производится.	экзамен
---	---	--------------------------	---------	---	----	--	---------

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Каждому студенту выдается билет, в котором содержится 2 вопроса из списка экзаменационных вопросов. Для письменного ответа на билет отводится не более 1,5 астрономических часа. Дисциплина считается освоенной, если студент успешно сдал экзамен и его итоговый рейтинг по дисциплине составил не менее 55%. В этом случае в ведомость выставляется оценка "отлично" - если итоговый рейтинг составил от 85 до 100%, "хорошо" - если итоговый рейтинг составил от 70 до 84%, "удовлетворительно" - если итоговый рейтинг составил от 55 до 69%. В остальных случаях проставляется оценка "неудовлетворительно".	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
ПК-1	Знает: Принципы автоматического регулирования частоты и мощности в энергосистеме, управления возбуждением синхронных машин, автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу. Классификацию устройств противоаварийной автоматики и автоматики нормального режима. Алгоритмы работы автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР), автоматики, реагирующей на изменение напряжения в сети (АОСН и АОПН). Принципы передачи данных по каналам связи.							+
ПК-1	Умеет: Анализировать логику работы устройств автоматического управления и исследовать их взаимодействия с устройствами релейной						+	

		различных видов занятий
Лабораторные занятия	143 (1)	Лабораторный стенд "Модель электрической системы с релейной защитой" МЭС-РЗ-СК 5 шт.