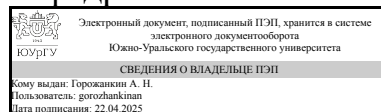


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



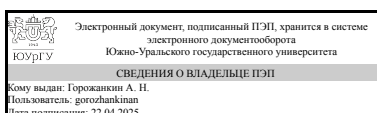
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.09 Эксплуатационная надежность и диагностика
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Интеллектуальные электроэнергетические системы и
сети
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения**

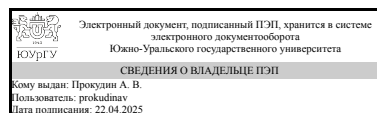
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. В. Прокудин

1. Цели и задачи дисциплины

Краткое содержание дисциплины

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: Критерии оценки надежности объектов электроэнергетики, терминологию и основные понятия теории надежности, методы повышения эксплуатационной надежности объектов электроэнергетики для снижения риска аварийных ситуаций. Методы и способы цифровой диагностики и мониторинга состояния электрооборудования в электрических сетях. Умеет: Анализировать критерии надежности в нестандартных ситуациях, оценивать нормативно-техническую документацию отечественного и импортного электрооборудования. Разрабатывать программы инновационного развития объектов электроэнергетической системы с учетом факторов надежности. Имеет практический опыт: Оценки состояния электротехнического силового оборудования с применением цифровых систем.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Релейная защита и автоматика цифровых подстанций, Устойчивость электроэнергетических систем, Системная и противоаварийная автоматика, Инновационное электрооборудование, Активно-адаптивные электрические сети, Интеллектуальные электроэнергетические системы, Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения, Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Производственная практика (преддипломная) (4 семестр)

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

Дисциплина	Требования
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.
Инновационное электрооборудование	Знает: Технологическую часть электрических станций, выполненных по современным технологиям: газотурбинные электростанция 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.
Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения	Знает: Конструкции воздушных и кабельных линий дальних электропередач переменного тока сверхвысокого напряжения (ЛЭП СВН). Основные режимы работы ЛЭП СВН, их особенности, методы расчета режимов, методы выбора и расстановки компенсирующих устройств, пути повышения пропускной способности ЛЭП СВН. Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития объектов электроэнергетической системы с применением дальних электропередач переменного тока сверхвысокого напряжения. Имеет практический опыт: Анализа и оптимизации режимов работы электрической сети с электропередачами переменного тока сверхвысокого напряжения.
Интеллектуальные электроэнергетические системы	Знает: Основное оборудование сложнзамкнутых 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: Техничко-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
Системная и противоаварийная автоматика	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
Релейная защита и автоматика цифровых подстанций	Знает: Архитектуру современных микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики цифровых подстанций. Принципы действия основных видов релейной защиты и автоматики и основные виды алгоритмов микропроцессорных устройств, их реализующие.

	Основы проектирования релейной защиты и автоматики цифровых подстанций. Умеет: Производить выбор видов релейной защиты и автоматики (РЗА) и рассчитывать параметры микропроцессорных устройств РЗА. Видоизменять типовые алгоритмы работы цифровых свободно-программируемых устройств РЗА в зависимости от нормативных требований и конкретной сферы применения. Осуществлять настройку параметров обмена данными между интеллектуальными устройствами комплекса РЗА цифровой подстанции. Имеет практический опыт: Программирования и настройки основных параметров интеллектуальных устройств цифровой подстанции: цифровых измерительных трансформаторов тока и напряжения, цифровых выключателей, микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики
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., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	53,75	53,75
Подготовка к зачету	21,75	21,75
Подготовка к практическим занятиям	32	32
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	Введение. Эксплуатация электрооборудования. Назначение диагностики	2	2	0	0
2	Дистанционный и неразрушающий контроль электрооборудования	14	8	6	0
3	Диагностика и испытания электросетевого оборудования	32	22	10	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Эксплуатация электрооборудования. Назначение диагностики. Рассказывается о целях и задачах изучения дисциплины "Эксплуатационная надежность и диагностика", основных этапах эксплуатации оборудования и места диагностики в эксплуатации оборудования. Вводятся некоторые понятия теории надежности.	2
2	2	Дистанционный контроль: Внешний осмотр. Описывается методика и организация проведения внешнего осмотра оборудования. На примерах разбираются характерные дефекты электрооборудования которые можно выявить путем внешнего осмотра.	2
3	2	Дистанционный контроль: Тепловизионный контроль. Рассматриваются физические принципы, на которых основан тепловизионный контроль. Приборный парк: разновидности, особенности. Проведение тепловизионного обследования: организация, особенности. Обработка термограмм.	2
4	2	Дистанционный контроль: Частичные разряды. Физика частичных разрядов, описание, характеристики. Методы измерения частичных разрядов. Приборы для измерения частичных разрядов. Обработка и интерпретация результатов измерений.	2
5	2	Дистанционный контроль: Прочие методы. Рассматриваются физические	2

		основы и методики проведения: ультрафиолетового, ультразвукового и виброакустического обследований. Инновационные методы диагностики.	
6	3	Испытания оборудования: организация и основные методы	2
7	3	Диагностика и испытания силовых трансформаторов	4
8	3	Диагностика и испытания измерительных трансформаторов	2
9	3	Испытание и поиск мест повреждения кабельных линий: методики и особенности проведения испытаний кабельных линий. Физические основы методов поиска мест повреждения кабельных линий.	2
10	3	Диагностика и испытания высоковольтных выключателей и разъединителей	2
11	3	Диагностика изоляторов, ОПН, конденсаторов связи и ошиновки распределительных устройств	2
12	3	Испытания диэлектриков, диэлектрических материалов и средств защиты	2
13	3	Диагностика заземляющих устройств	2
14	3	Диагностика и испытания вращающихся электрических машин	2
15	3	Диагностика аппаратуры до 1000 В	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Визуальный осмотр оборудования: организация проведения визуального осмотра; типичные неисправности, выявляемые при визуальном осмотре, методика проведения осмотра и поиска дефектов оборудования. Оформление результатов обследования.	2
2	2	Тепловизионный контроль оборудования: приборный парк; особенности проведения тепловизионного обследования; оформление результатов обследования	2
3	2	Измерение частичных разрядов: измерительные приборы; измерительные схемы; организация и проведение измерений; обработка и оформление результатов измерений	2
4	3	Диагностика и испытания силовых трансформаторов: подготовка к испытаниям; методика проведения испытаний; обработка и оформление результатов испытаний.	2
5	3	Диагностика и испытания измерительных трансформаторов: методы испытаний; проведение испытаний; интерпретация и обработка результатов испытаний.	2
6	3	Испытания высоковольтных выключателей: методы испытаний; организация испытаний; обработка и оформление результатов испытаний	2
7	3	Диагностика заземления и заземляющих устройств: методы диагностики; приборы; подготовка заземляющего устройства к измерениям; проведение измерений; оформление результатов измерений.	2
8	3	Испытания и диагностика кабельных линий: высоковольтные испытания - особенности организации и проведения; трассировка кабельной линии; поиск места повреждения.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

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 зачету	1. Диагностика технического состояния электрооборудования систем электроснабжения : учебное пособие : в 2 частях / В. А. Шабанов, М. Г. Баширов, П. А. Хлюпин [и др.]. — Москва : НИУ МЭИ, 2018 — Часть 1 : Общие вопросы и физические основы методов диагностики — 2018. — 288 с. — ISBN 978-5-7046-1956-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/276887 (дата обращения: 25.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.: Гл. 1 §1.1-1.6 с. 10-44; Гл. 2 §2.1-2.11 с. 45-96; Гл. 3 §3.1 с. 97-107; Гл. 5 §5.1-5.6 с. 170-190; Гл. 6 §6.1-1.9 с. 206-277. 2. Диагностика технического состояния электрооборудования систем электроснабжения : учебное пособие : в 2 частях / В. А. Шабанов, М. Г. Баширов, П. А. Хлюпин [и др.]. — Москва : НИУ МЭИ, 2018 — Часть 2 : Методы диагностики технического состояния электрооборудования — 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-7046-1957-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/276890 (дата обращения: 25.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.: Гл. 1 §1.1-1.2 6 с. 11-40; Гл. 2 §2.1-2.2 с. 41-82; Гл. 4 §4.1-4.6 с. 112-175; Гл. 5 §5.1-5.3 с. 175-210.	3	21,75
Подготовка к практическим занятиям	1. Диагностика технического состояния электрооборудования систем электроснабжения : учебное пособие : в 2 частях / В. А. Шабанов, М. Г. Баширов, П. А. Хлюпин [и др.]. — Москва : НИУ МЭИ, 2018 — Часть 1 : Общие вопросы и физические основы методов диагностики — 2018. — 288 с. — ISBN 978-5-7046-1956-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/276887 (дата обращения: 25.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.: Гл. 3 §3.1 с. 97-107; Гл. 5 §5.1-5.6 с. 170-190; Гл. 6 §6.1-1.9 с. 206-277. 2. Диагностика технического состояния электрооборудования систем электроснабжения : учебное пособие : в 2 частях / В. А. Шабанов, М. Г. Баширов, П.	3	32

	А. Хлюпин [и др.]. — Москва : НИУ МЭИ, 2018 — Часть 2 : Методы диагностики технического состояния электрооборудования — 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-7046-1957-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/276890 (дата обращения: 25.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.: Гл. 1 §1.1-1.2 6 с. 11-40; Гл. 2 §2.1-2.2 с. 41-82; Гл. 4 §4.1-4.6 с. 112-175; Гл. 5 §5.1-5.3 с. 175-210.		
--	--	--	--

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	Практическое занятие №1	1	5	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 3 балла - принимал участие в работе, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 4 балла - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы; 5 баллов - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы, высказывал свои предложения, давал оценку результатам работ.	зачет
2	3	Текущий контроль	Практическое занятие №2	1	5	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не ответил ни на один из контрольных вопросов;	зачет

						3 балла - принимал участие в работе, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 4 балла - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы; 5 баллов - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы, высказывал свои предложения, давал оценку результатам работ.	
3	3	Текущий контроль	Практическое занятие №3	1	2	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 3 балла - принимал участие в работе, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 4 балла - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы; 5 баллов - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы, высказывал свои предложения, давал оценку результатам работ.	зачет
4	3	Текущий контроль	Практическое занятие №4	1	5	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 3 балла - принимал участие в работе, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 4 балла - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы; 5 баллов - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы, высказывал свои предложения, давал оценку результатам работ.	зачет
5	3	Текущий контроль	Практическое занятие №5	1	5	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не ответил ни на один из контрольных	зачет

						вопросов; 3 балла - принимал участие в работе, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 4 балла - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы; 5 баллов - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы, высказывал свои предложения, давал оценку результатам работ.	
6	3	Текущий контроль	Практическое занятие №6	1	5	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 3 балла - принимал участие в работе, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 4 балла - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы; 5 баллов - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы, высказывал свои предложения, давал оценку результатам работ.	зачет
7	3	Текущий контроль	Практическое занятие №7	1	5	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 3 балла - принимал участие в работе, не ответил ни на один из контрольных вопросов; 4 балла - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы; 5 баллов - принимал полноценное участие в работе, положительно отвечал на контрольные вопросы, высказывал свои предложения, давал оценку результатам работ.	зачет
8	3	Текущий контроль	Практическое занятие №8	1	5	Методика оценки работы обучающегося: 0 баллов - отсутствовал на занятии; 1 балл - присутствовал на занятии но не принимал никакого участия в работе; 2 балла - принимал формальное участие в работе, не выполнил часть заданий, не	зачет

5. Объем и нормы испытаний электрооборудования : СО 34.45-51.300-97. РД 34.45-51.300-97 : утв. 08.05.97 : по состоянию на 01.10.06 / С. А. Бажанов и др.; под общ. ред. Б. А. Алексеева, Ф. Л. Когана, Л. Г. Мамиконянца ; Рос. акционер. о-во энергетики и электрификации "ЕС России". - 6-е изд., с изм. и доп.. - М. : ЭНАС, 2007. - 255 с.

6. Объем и нормы испытаний электрооборудования: РД 34.45-51.300-97 / Под общ. ред. Б. А. Алексеева, Ф. Л. Когана, Л. Г. Мамиконянца; Рос. акционер. о-во энергетики и электрификации "ЕС России"; Рос. акционер. о-во энергетики и электрификации "ЕЭС России". - 6-е изд., с изм. и доп. по состоянию на 01. 03. 2001. - М. : ЭНАС, 2001. - 255 с.

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

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*
1.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -LibreOffice(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	141a (1)	Учебные стенды, макеты оборудования, измерительное оборудование
Лекции	251 (1)	Мультимедийная система (проектор, компьютер); Макеты и приборы.