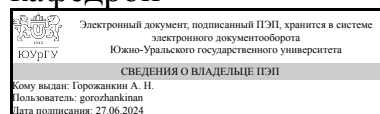


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



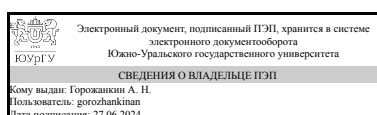
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.07 Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования систем электроснабжения
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Оптимизация развивающихся систем электроснабжения промышленных предприятий и городов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

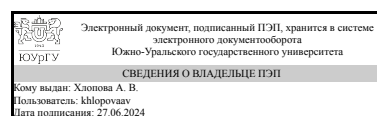
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

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



А. В. Хлопова

1. Цели и задачи дисциплины

Цели: формирование знаний об основных методах диагностики и мониторинга состояния электрооборудования СЭС, знаний и умений в области распознавания технического состояния электрооборудования СЭС, а также способов и средств непрерывного контроля параметров электрооборудования. Основными задачами изучения дисциплины являются: ознакомление с возможными дефектами электрооборудования СЭС, изучение методов диагностирования ЭО СЭС, применимость методов для диагностики отдельных видов оборудования СЭС, изучение современных средств и экономической эффективности диагностирования и мониторинга состояния ЭО СЭС.

Краткое содержание дисциплины

Основные понятия и определения диагностики и мониторинга состояния электрооборудования СЭС. Основные дефекты электрооборудования СЭС и причины их появления. Жизненные циклы технической системы. Испытания и обследование состояния ТС. Методы определения состояния ТС. Методы неразрушающего контроля электрооборудования. Методы диагностики маслonaполненного оборудования. Применение алгоритмов машинного обучения для диагностики ТС. Современные средства диагностики и мониторинга электрооборудования СЭС. Экономическая эффективность диагностирования и мониторинга состояния.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: особенности работы силового оборудования (трансформаторов, выключателей, электродвигателей, электротехнологических установок и др.); Умеет: формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерий оценки состояния электрооборудования; Имеет практический опыт: выбора и создания критериев оценки технического состояния электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий и городов;

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Проектирование специальных электрических машин, Исследование аварийных режимов систем электроснабжения, Силовая преобразовательная техника в системах электроснабжения,	Не предусмотрены

Возобновляемая энергетика	
---------------------------	--

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

Дисциплина	Требования
Силовая преобразовательная техника в системах электроснабжения	Знает: теоретические основы формулирования целей и задач исследования; Умеет: анализировать причины проблемных ситуаций при эксплуатации систем электроснабжения; Имеет практический опыт: формулирования целей и задач исследования в рамках своей формы деятельности, выявления приоритетов решения задач;
Возобновляемая энергетика	Знает: Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования элементов энергосистемы на основе возобновляемых источников энергии., Современное состояние энергетики и перспективные способы получения и преобразования тепловой и электрической энергии. Умеет: Оценивать экономию энергетических ресурсов за счет проведения энергосберегающих мероприятий, Оценивать энергетическую эффективность оборудования, технологических установок, производств. Имеет практический опыт: Испытания и математического моделирования рабочих режимов возобновляемых источников энергии, Навыками расчёта эффективности использования энергетических установок на основе возобновляемых источников энергии.
Исследование аварийных режимов систем электроснабжения	Знает: проблемы и особенности работы электрических сетей систем электроснабжения промышленных предприятий и городов; Умеет: определять необходимые параметры, характеристики и мощности электрических сетей; Имеет практический опыт: выработки стратегии решения проблемных ситуаций; формирования возможных вариантов оценки полученных результатов задач;
Проектирование специальных электрических машин	Знает: Методы проектирования специальных электрических машин, включая весь комплект конструкторской документации, для объектов профессиональной деятельности., Конструкционные и физические особенности работы специальных электрических машин с точки зрения отличия от классических электрических машин. Умеет: Измерять и вычислять параметры специальных электрических машин для нужд в электроприводе, применяемого на объектах профессиональной деятельности., Оценивать

	области применения электрических машин специальной конструкции в объектах профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального определения характеристик специальных электрических машин., Математического моделирования режимов работы специальных электрических машин.
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 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>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
Доклад на семинарских занятиях	26,5	26,5
Подготовка реферата	10	10
Подготовка к экзамену	15	15
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	Повреждаемость электрооборудования СЭС. Старение изоляции и элементов технической системы (ТС). Жизненные циклы ТС.	8	4	4	0
2	Основные понятия и определения диагностики и мониторинга состояния электрооборудования СЭС. Испытания и обследование состояния ТС.	6	2	0	4
3	Методы определения состояния ТС.	10	4	6	0
4	Диагностика и мониторинг электрооборудования СЭС.	22	4	6	12
5	Экономическая эффективность диагностирования и мониторинга состояния	2	2	0	0

5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		во часов
1-2	1	Повреждаемость электрооборудования СЭС. Основные дефекты и причины повреждения на примере силового трансформатора. Распределение повреждений силовых трансформаторов по узлам и классам напряжений. Распределение повреждений силовых трансформаторов по узлам с указанием продолжительности их эксплуатации. Характерные повреждения элементов трансформатора. Распределение экономических потерь и повреждений по причине их возникновения. Старение изоляции и элементов ТС на примере силового трансформатора 1) факторы, влияющие на старение трансформатора; 2) старение твёрдой изоляции; 3) старение трансформаторного масла. Состояния технической системы (ТС): исправное/неисправное, работоспособное/неработоспособное, предельное состояние. Задачи определения состояния ТС. Ресурс ТС. Полный эксплуатационный цикл ТС (режимы работы). Жизненные циклы силового трансформатора. Виды дефектов силового трансформатора.	4
3	2	Основные понятия и определения диагностики и мониторинга состояния электрооборудования СЭС. Основные положения технической диагностики и определения состояния электрооборудования. Задачи диагностирования (определения состояния, выявление дефекта, прогноз). Испытания и обследование состояния ТС. Виды испытаний. Три уровня диагностического контроля. Виды обследования оборудования подстанций (техническое диагностирование, непрерывный контроль – мониторинг, автоматизированные системы мониторинга и технического диагностирования АСМД, комплексное диагностическое обследование)	2
4-5	3	Методы определения состояния ТС: органолептический метод; тепловой контроль; тепловизионный контроль (ИК-контроль); радиоволновой метод; химический анализ трансформаторного масла; контроль влагосодержания масла; хроматографический анализ растворённых в масле газов; концентрация фурановых соединений; частичные разряды; вибрационные методы.	4
6-7	4	Диагностика электрооборудования СЭС. Виды дефектов оборудования на подстанциях. Диагностика силовых трансформаторов. Современные средства диагностики и системы мониторинга.	4
8	5	Экономическая эффективность диагностирования и мониторинга на примере силовых трансформаторов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Повреждаемость электрооборудования СЭС. Основные дефекты, повреждения и их причины.	4
3-5	3	Методы неразрушающего контроля для электрооборудования. Диагностика маслonaполненного оборудования.	6
6-8	4	Диагностика электрооборудования СЭС. Современные средства диагностики и системы мониторинга.	6

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
-----------	-----------	---	--------------

1-2	2	Частичные разряды в изоляции	4
3-5	4	Диагностика электрооборудования	6
6-8	4	Применение алгоритмов машинного обучения для диагностики электрооборудования	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Доклад на семинарских занятиях	Основная литература [Технич.диагностика и неразруш.контроль. 1989]. Доп.литература [Синдеев, 1987, глава6; Биргер, 1978, глава 10; РД 34.45-51.300-97]. Метод.пособие. Журналы [все]. Уч. материалы в эл.виде [все].	3	26,5
Подготовка реферата	Основная литература [Технич.диагностика и неразруш.контроль. 1989]. Доп.литература [Синдеев, 1987, глава6; Биргер, 1978, глава 10; РД 34.45-51.300-97]. Метод.пособие. Журналы [все]. Уч. материалы в эл.виде [все].	3	10
Подготовка к экзамену	Основная литература [Технич.диагностика и неразруш.контроль. 1989]. Доп.литература [Синдеев, 1987, глава6; Биргер, 1978, глава 10; РД 34.45-51.300-97]. Метод.пособие. Журналы [все]. Уч. материалы в эл.виде [все].	3	15

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	У т е П
1	3	Текущий контроль	Доклад на семинарских занятиях №1	15	15	Выслушивание доклада по темам. Оценка доклада. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - доклад представлен вовремя – 2 балла; - описаны все требуемые разделы	э

						темы – 10 баллов; - даны ссылки на литературу – 1 балл; - оформление и доклад работы интересен и зрелищен (присутствуют поясняющие рисунки/картинки/фото/видео) – 2 балла. Минимальный рейтинг обучающегося для данного мероприятия - 60%.	
2	3	Текущий контроль	Доклад на семинарских занятиях №2	15	15	Выслушивание доклада по темам. Оценка доклада. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - доклад представлен вовремя – 2 балла; - описаны все требуемые разделы темы – 10 баллов; - даны ссылки на литературу – 1 балл; - оформление и доклад работы интересен и зрелищен (присутствуют поясняющие рисунки/картинки/фото/видео) – 2 балла. Минимальный рейтинг обучающегося для данного мероприятия - 60%.	э
3	3	Текущий контроль	Доклад на семинарских занятиях №3	15	15	Выслушивание доклада по темам. Оценка доклада. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - доклад представлен вовремя – 2 балла; - описаны все требуемые разделы темы – 10 баллов; - даны ссылки на литературу – 1 балл; - оформление и доклад работы интересен и зрелищен (присутствуют поясняющие рисунки/картинки/фото/видео) – 2 балла. Минимальный рейтинг обучающегося для данного мероприятия - 60%.	э
4	3	Текущий контроль	Лабораторные работы	10	10	Оценка отчёта и защиты лабораторных работ. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - отчёт представлен вовремя – 2 балла; - описан ход работы и приведены все результаты работы, даны выводы и пояснения к	э

						полученным результатам – 4 балла; - ответы на вопросы при защите лабораторной работы: даны правильные и развёрнутые ответы – 4 балла; на большинство вопросов даны правильные ответы, и/или недостаточно развёрнутые – 3 балла; на некоторые вопросы ответы даны в принципе верные, не развёрнутые – 2 балла. Минимальный рейтинг обучающегося для данного мероприятия - 60%.	
5	3	Текущий контроль	Реферат	10	10	Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - реферат представлен вовремя – 2 балла, - описаны все требуемые разделы реферата (3 раздела по темам семинарских занятий) – 6 баллов (по 2 балла за каждый раздел), - реферат оформлен по всем требованиям, аккуратно – 1 балл, - на все источники даны корректные библиографические ссылки – 1 балл. Минимальный рейтинг обучающегося для данного мероприятия - 60%.	э
6	3	Текущий контроль	Тест	35	35	К тесту допускаются студенты, имеющие минимальный балл за доклады на семинарских занятиях, лабораторные работы, реферат. Тест состоит из вопросов по темам дисциплины (5-7 вопросов) по 5-7 баллов.	э
7	3	Бонус	Победа или участие в предметных олимпиадах/конференциях/конкурсах по темам дисциплины	-	9	+9 % за призовое место в олимпиаде/конференции/конкурсе международного уровня, написание статьи scopus, wos, ВАК. +6 % за призовое место в олимпиаде/конференции/конкурсе российского уровня, написание статьи в российских журналах. +3 % за призовое место в олимпиаде/конференции/конкурсе университетского уровня, написание статьи РИНЦ. +1 % за участие в олимпиаде/конференции/конкурсе	э
8	3	Бонус	Бонусные задания, посещаемость	-	6	Бонусные задания во время	э

						семестра
9	3	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	-	35	Итоговый тест содержит 5 вопросов по пройденным разделам дисциплины. По 7 баллов за правильный ответ на каждый вопрос.

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
УК-1	Знает: особенности работы силового оборудования (трансформаторов, выключателей, электродвигателей, электротехнологических установок и др.);	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерий оценки состояния электрооборудования;	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: выбора и создания критериев оценки технического состояния электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий и городов;	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Контроль. Диагностика : науч.-техн. журн. / Рос. о-во по неразрушающему контролю и техн. диагностике (РОНКТД), Изд-во "Машиностроение". - М., 1998-. -

б) дополнительная литература:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования : СО 34.45-51.300-97. РД 34.45-51.300-97 : утв. 08.05.97 [Текст] 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.

2. Синдеев, И. М. Надежность и эффективность в технике Т. 9 Техническая диагностика Справочник в 10 т. Под общ. ред. В. В. Ключева, П. П. Пархоменко; Ред. совет: В. С. Авдучевский (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1987. - 352 с. ил.

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

1. Электрические станции произв.-техн. журн. Рос. АО энергетики и электрификации, Науч.-техн. ассоц. "Энергопрогресс", Федерация энерг. и электротехн. обществ журнал. - М.: НТА "Энергопрогресс", 1996-

2. Энергетик произв.-массовый журн. М-во топлива и энергетики Рос. Федерации, РАО "ЕЭС России", Ассоц. "Энергопрогресс", Всерос. "Электропрофсоюз" журнал. - М.: НТА "Энергопрогресс", 1928-

3. Энергетика за рубежом прил. к журн. "Энергетик" журнал. - М., 2001-

4. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики науч.-техн. и произв. журн. М-во обр. и науки Рос. Федерации, Казан. гос. энергет. ун-т журнал. - Казань, 2007-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Дашков, В. М. Определение места повреждения и диагностика кабельных линий : учебное пособие / В. М. Дашков. — Самара : АСИ СамГТУ, 2017. — 158 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Дашков, В. М. Определение места повреждения и диагностика кабельных линий : учебное пособие / В. М. Дашков. — Самара : АСИ СамГТУ, 2017. — 158 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кувшинов, А. А. Диагностика технического состояния электрооборудования в системах электроснабжения : учебное пособие / А. А. Кувшинов, В. П. Тараканов. — Тольятти : ТГУ, 2016. — 90 с. — ISBN 978-5-8259-0919-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140213 (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система Znanium.com	Хренников, А. Ю. Высоковольтное электротехническое оборудование в электроэнергетических системах: диагностика, дефекты, повреждаемость, мониторинг : учеб. пособие / А.Ю. Хренников. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 186 с. — (Высшее образование: Магистратура). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5d0c6b71495137.62422666 . - ISBN 978-5-16-014439-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/982407 (дата обращения:

			17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система Znanium.com	Полищук, В. И. Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования : учебное пособие / В.И. Полищук. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 203 с. : ил. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016457-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1150957 (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: по подписке.
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дашков, В. М. Определение места повреждения и диагностика кабельных линий : учебное пособие / В. М. Дашков. — Самара : АСИ СамГТУ, 2017. — 158 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/127707 (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций : учебное пособие / А. И. Хальясмаа, С. А. Дмитриев, С. Е. Кокин, Д. А. Глушков. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 64 с. — ISBN 978-5-7996-1493-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/99026 (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(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
Лабораторные занятия	259 (1)	Испытательное оборудование СКАТ-70, PD-Analizer
Лекции	153 (1)	ПК, проектор
Лабораторные занятия	153 (1)	ПК, лабораторные стенды "учебная техника"
Практические занятия и семинары	153 (1)	ПК, проектор