ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Горожанкин А. Н.
Пользователь: gorozhankinan
Дата подписания: 23.05.2023

А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.07 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,
к.техн.н., доц.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Горожанкин А. Н.
Пользователь: gorozhankinan
Дата подписания: 23.05.2023

А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Хлопова А. В.
Пользователь: khlopovaav
Дата подписания: 23.05.2023

А. В. Хлопова

Челябинск

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 маслонаполненного оборудования. 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
Исследование аварийных режимов систем электроснабжения, Силовая преобразовательная техника в системах электроснабжения	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
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;
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;

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
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	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.	8	2	0	6
3	Методы определения состояния ТС.	10	4	6	0
4	Диагностика и мониторинг электрооборудования СЭС.	20	4	6	10
5	Экономическая эффективность диагностирования и мониторинга состояния	2	2	0	0

5.1. Лекции

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

№	№	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-

занятия	раздела		во часов
1-2	1	Повреждаемость электрооборудования СЭС. Основные дефекты, повреждения и их причины.	4
3-5	3	Методы неразрушающего контроля для электрооборудования. Диагностика маслонаполненного 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
1-3	2	Испытания силовых трансформаторов	6
4-5	4	Частичные разряды в изоляции	6
6-8	4	Диагностика электрооборудования	4

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	1	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
2	3	Текущий контроль	Доклад на семинарских занятиях №2	1	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	1	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	э

						обучающегося для данного мероприятия - 60%.	
4	3	Текущий контроль	Лабораторные работы	1	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 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%.	э
5	3	Текущий контроль	Реферат	1	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	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,	э

						написание статьи РИНЦ. +1 % за участие в олимпиаде/конференции/конкурсе	
7	3	Бонус	Бонусные задания, посещаемость	-	6	Бонусные задания во время семестра	э
8	3	Проме-жуточная аттестация	Итоговый тест	-	35	Итоговый тест содержит 5 вопросов по пройденным разделам дисциплины. По 7 баллов за правильный ответ на каждый вопрос.	э

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
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. Техническая диагностика и неразрушающий контроль междунар. науч.-теорет. журн. Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона журнал. - Киев, 1989-

б) дополнительная литература:

1. Синдеев, И. М. Надежность и эффективность в технике Т. 9 Техническая диагностика Справочник в 10 т. Под общ. ред. В. В. Клюева, П. П. Пархоменко; Ред. совет: В. С. Авдуевский (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1987. - 352 с. ил.
2. 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.
3. Биргер, И. А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978. - 239 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	Хренников, А. Ю. Высоковольтное электротехническое оборудование в электроэнергетических системах: диагностика,

		система Znanium.com	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