

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный технический университет»

Кафедра «Электротехника и электроника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б.1.3.10.2**

«Системы контроля и диагностики электрических аппаратов»

для направления подготовки **13.03.02 ЭЛЭТ**

«Электроэнергетика и электротехника»

Профиль 3 - «Электрические и электронные аппараты»

форма обучения – очная

курс - 4

семестр – 7

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 5

всего часов – 216

в том числе:

лекции – 36 час.

коллоквиумы – нет

практические занятия – 54 час.

лабораторные занятия - нет

самостоятельная работа – 126 час.

зачет - нет

Экзамен – 7 сем.

Курс. раб.- нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: «Системы контроля и диагностики электрических аппаратов» являются освоение теоретических основ, устройства и применения систем контроля и диагностики электрических аппаратов объектов электроэнергетики.

Задачи изучения дисциплины:

научить студентов: - конструировать и применять системы контроля и диагностики электрических аппаратов

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Системы контроля и диагностики электрических аппаратов» (код Б.1.3.10.2) относится к вариативной части профессионального по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрические и электронные аппараты». Изучение данной дисциплины должно обеспечивать приобретение студентами освоение теоретических основ, устройства и применение систем контроля и диагностики электрических аппаратов объектов электроэнергетики.. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: -

Дисциплина по учебному плану			Перечень вопросов (дидактических единиц) знания по которым необходимы для изучения дисциплины	Дисциплина, в рамках которой изучается	
Шифр дисциплины	Наименование дисциплины	Трудоемкость (час)		Шифр дисциплины	Наименование дисциплины*
Б.1.3.10.2	Системы контроля и диагностики электрических аппаратов	216	Дифференциальное и интегральное исчисления; обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного; гармонический анализ; преобразование Лапласа.	Б.1.1.5	Высшая математика
			Электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, электромагнитное поле.	Б.1.1.7	Физика
			Методы расчета линейных электрических цепей постоянного и синусоидального тока, переходных процессов.	Б.1.1.10	ТОЭ
			Методы построения математических моделей электрических цепей. Численные методы решения уравнений электротехники и анализа устойчивости. Методы оптимизации.	Б.1.3.3.1	Мат. мод. физ. процессов в электротехнике и электроэнергетике

Основные положения дисциплины востребованы при выполнении курсовых и дипломных проектов, связанных с применением систем контроля и диагностики электрических аппаратов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОПК-2, 3.

Профессиональная компетенция (ОПК-2):

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

Студент должен знать: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Студент должен уметь: осуществлять анализ и моделирование, теоретические и экспериментальные исследования при решении профессиональных задач.

Студент должен владеть: соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Профессиональная компетенция (ПК-5):

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;

Студент должен знать: методы определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности.

Студент должен уметь: применять методы определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности.

Студент должен владеть: навыками применения методов определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности.

Профессиональная компетенция (ПК-7):

- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике;

Студент должен знать: методы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике.

Студент должен уметь: применять методы обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике.

Студент должен владеть: навыками применения методов обеспечения требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса по заданной методике.

Профессиональная компетенция (ПК-14):

- способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;

Студент должен знать: методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.

Студент должен уметь: применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.

Студент должен владеть: навыками применения методов и технических средств эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.

Профессиональная компетенция (ПК-15):

- способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования.

Студент должен знать: методики оценки технического состояния и остаточного ресурса оборудования.

Студент должен уметь: проводить оценку технического состояния и остаточного ресурса оборудования.

Студент должен владеть: навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса оборудования.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-дуля	№ Неде-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Колло-квиумы	Лабора-торные	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1	1-6	1	МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	36	6	-	-	10	24
	7-9	1	МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ.	20	8	-	-	14	26
2	10-16	1	КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АППАРАТОВ	42	6	-	-	10	24
	16-18	2	КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	72	8	-	-	10	26
		2	АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	46	8	-	-	10	26
Всего				216	36	-	-	54	126

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
--------	-------------	----------	--	---------------------------------

1	2	3	4	5
1	4	1-2	Предмет и содержание курса. Системы контроля и диагностики электрических аппаратов в электроэнергетики. Общие принципы построения и примеры применения. Современные тенденции развития.	1-7
	4	3-4	Методы контроля и диагностики основных параметров и режимов работы электрических аппаратов.	1-7
	4	5-6	Методы контроля и диагностики основных параметров и режимов работы электрических выключателей.	1-7
	4	7-8	Контроль и диагностика электрических параметров аппарата.	1-7
	4	9-10	Методы контроля и диагностики изоляции электрических аппаратов.	1-7
2	8	11-14	Методы контроля и диагностики неэлектрических параметров электрических аппаратов.	1-7
2	8	15-18	Автоматизация контроля и диагностики электрических аппаратов.	1-7

6. Содержание коллоквиумов - нет

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	8	1-4	Предмет дисциплины, синтаксический анализ понятийного аппарата. Понятия об контроле и диагностики электрических аппаратов.	1-7
	10	5-9	Построение компьютерной модели перемещения якоря электромагнита с помощью дифференциального индуктивного преобразователя .	1-7
1	8	10-13	Изучение токораспределения в параллельных контактах электрических аппаратов.	1-7
	10	14-18	Методы контроля и диагностики нагрева и температуры обмотки электромагнитного реле.	1-7
	10	19-23	Контроль и диагностика работы расцепителей электрической цепи.	1-7
2	8	24-27	Контроль и диагностика работы электрических контактов.	1-7

8. Перечень лабораторных работ - нет

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
I	22	Контроль и диагностика основных дефектов асинхронных двигателей.	15.1-7

I	20	Контроль и диагностика основных дефектов силовых трансформаторов и автотрансформаторов.	15.1-7
I	22	Способы повышения точности вероятностного моделирования;	15.1-7
2	20	Контроль и диагностика основных дефектов изоляции вводов.	15.1-7
2	20	Контроль и диагностика состояния электрических аппаратов во время работы: визуальный контроль, наблюдение частичных разрядов, контроль с помощью манометров, замер утечки газа из элегазового оборудования методом регистрации отрицательных ионов, тепловизионный контроль, контроль с помощью термоиндикаторов	15.1-7
2	22	Методы контроля и диагностики измерительных трансформаторов, конденсаторов, разрядников и ограничителей перенапряжений.	15.1-19

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных модулей дисциплины осуществляется посредством: защиты лабораторных работ в соответствии графиком выполнения; представления выполнения курсового проекта; опроса студентов на занятиях. Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии рейтинг – планом, предусматривающим все виды учебной деятельности.

10. Расчетно-графическая работа

Действующим учебным планом расчетно-графическая работа не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Действующим учебным планом расчетно-графическая работа не предусмотрена.

12. Курсовой проект

Действующим учебным планом курсовая работа не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины должны сформироваться компетенции ОПК-2, ПК-5,7,14,15 для формирования которых необходимы базовые знания фундаментальных разделов дисциплин Б.1.1.5 «Высшая математика», Б.1.1.7 «Физика», Б.1.1.10 «ТОЭ», Б.1.2.10 «Математические модели физических процессов в электротехнике и электроэнергетике».

Название и шифр компетенции	Шифр составных частей	Составные части	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; (ОПК-2)	А	Знает: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования основ теории надежности	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования основ теории надежности при решении профессиональных задач			
	В	Владеет: навыками использования математического аппарата, анализа и моделирования основ теории надежности при решении профессиональных задач ЭА			
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; (ПК-5)	А	Знает: методы контроля и диагностики ЭА.	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: применять методы контроля и диагностики ЭА при решении профессиональных задач.			
	В	Владеет: методами контроля и диагностики ЭА.			
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; (ПК-7)	А	Знает: методы обеспечения контроля и диагностики ЭА по заданной методике.	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: применять методы обеспечения контроля и диагностики ЭА по заданной методике.			
	В	Владеет: обеспечения контроля и диагностики ЭА по заданной методике.			

- способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования; (ПК-14)	А	Знает: как применять методы и технические средства контроля и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: применять методы и технические средства контроля и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;			
	В	Владеет: методами и техническими средствами контроля и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;			
- способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования. (ПК-15)	А	Знает: как оценивать техническое состояние и остаточный ресурс средствами контроля и диагностики ЭА	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: применять методы оценивания технического состояния и остаточный ресурс средствами контроля и диагностики ЭА			
	В	Владеет: методами оценивания технического состояния и остаточного ресурса средствами контроля и диагностики ЭА.			

13.1 Вопросы для зачета

Действующим учебным планом зачет не предусмотрен.

13.2 Вопросы для экзамена

1. Назовите области применения механических, электромеханических секундомеров и электронно-счётных цифровых измерителей времени при контроле электрических аппаратов. Каковы погрешности измерения времени этими приборами?
2. Составьте принципиальные схемы барабанного и дискретного

регистрирующих приборов для записи диаграмм перемещения. Как, используя график перемещения в функции времени, можно построить график скорости в функции времени?

3. Каким образом определяют начальное и конечное контактное нажатие в контакторах

4. Каким требованиям должен удовлетворять прибор для измерения давления в дугогасительной камере? Опишите принцип работы емкостных, индуктивных и пьезоэлектрических преобразователей, служащих для измерения давления.

5. Назовите области применения для измерения температуры метода термопары, метода терморезистора, метода сопротивления, метода цветowych индикаторов. Достоинства и недостатки этих методов.

6. Какими приборами измеряются большие токи в переходных режимах? Назовите разновидности измерительных шунтов. Почему они должны обладать возможно меньшей индуктивностью? Как это достигается?

7. Какие требования предъявляются к трансформаторам тока? Как уменьшить погрешность при измерении токов короткого замыкания с помощью трансформаторов тока? Приведите схему осциллографирования тока короткого замыкания с помощью воздушного трансформатора тока (пояса Роговского) и интегрирующей цепи.

8. Какими приборами измеряются напряжения в переходных режимах? Какие требования предъявляются к трансформаторам напряжения и делителям напряжения? Приведите схемы осциллографирования напряжения дуги и восстанавливающегося напряжения дуги при заземленном и незаземленном контакте аппарата.

9. Как определяются параметры восстанавливающегося напряжения по осциллограмме переходного процесса? Опишите принцип действия индикатора восстанавливающегося напряжения. Достоинства и недостатки этого индикатора.

10. Как определить коэффициент мощности короткозамкнутого контура по параметрам цепи, по апериодической составляющей тока короткого замыкания, по фазовому сдвигу тока и напряжения на осциллограмме.

11. Как можно определить мощность и энергию дуги с помощью электронно-лучевого осциллографов? Приведите схему с преобразователем Холла для измерения мощности дуги.

12. Как определить индукцию переменного магнитного поля с использованием микровольтметра и катушки-датчика, индукцию постоянного магнитного поля веберметром с катушкой-датчиком? Приведите схему осциллографирования магнитной индукции в ферромагнитных элементах.

13. Какие методы и приборы применяются для измерения отброса контактов при испытаниях?

14. Как проверяется одновременность размыкания контактов? Опишите методику измерения провала и зазора контактов на примере мостиковой контактной системы.

15. Как проверяется срабатывание расцепителей максимального тока высоковольтных и низковольтных выключателей? Что такое время-токовая характеристика выключателя? Какой вид имеет эта характеристика у выключателя с электромагнитным и тепловым расцепителями?
16. В чем заключается испытание независимых расцепителей высоковольтных выключателей? При каких колебаниях напряжения эти расцепители должны надежно срабатывать и вызывать отключение выключателя?
17. Какое оборудование применяется для проверки прочности изоляции и сопротивления изоляции низковольтных аппаратов?

13.3 Тестовые задания по дисциплине

Тестовые задания выдаются на кафедре ЭТЭ, а также находятся у преподавателя. Пример заданий теста.

1. Выбрать конструкцию шунта для измерения коммутируемых низковольтным аппаратом токов промышленной частоты (50 Гц) при наличии посторонних магнитных полей.
2. Определить параметры нагрузки: $\cos\phi$, R и L применительно к трехфазной испытательной цепи, в которой установившееся значение отключаемого аппаратом тока составляет $I_0 = 1000$ А (эффективное значение) при линейном напряжении $U_{л} = 380$ В, а наибольшее ударное (пиковое) значение тока $I_{\text{пмакс}}$ подключения цепи к источнику достигает величины 2000 А.

14. Образовательные технологии

По курсу «Основы теории надежности» при выполнении практических работ используется программное обеспечение: Tina Ti, САПР ЦВК, Multisim, MathCad, Matlab.

При проведении лекционных занятий по дисциплине преподаватель использует компьютерные и мультимедийные средства обучения (30%).

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Ознакомление с составом и содержанием основных частей курса «Системы контроля и диагностики электрических аппаратов»	лекция	мозговой штурм, демонстрация слайдов
Изучение состава и содержания курса «Системы контроля и диагностики электрических аппаратов».	практическое	Case-study, мозговой штурм

Математическое обеспечение курса «Системы контроля и диагностики электрических аппаратов».	лекция	мозговой штурм, демонстрация слайдов
--	--------	--------------------------------------

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Обязательные издания:

1. Электрические и электронные аппараты. В 2 т. Т.1. Электромеханические аппараты: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / [Е.Г.Акимов и др.]; под ред. А.Г.Годжелло, Ю.К.Розанова.- М.: Издательский центр «Академия», 2010.
2. Физические процессы в электрических аппаратах. Учеб. пособие / А.С. Варфоломеева, Н.Н. Кургузов, Л.И. Кургузова, Ю.А. Ленъков, К.И. Никитин / Под. ред. Никитина К.И. – Изд-во ОмГТУ, 2007, - 197 с. 2
3. Браун, М. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления [Текст]/ М. Браун.- М.: Изд.дом Додека-XX1, 2010.- 328 с.

Дополнительные издания:

4. Электрические и электронные аппараты :Учебник для вузов / Под ред. Ю.К.Розанова.- 2-е изд., испр. и доп. – М.: Информэлектро, 2001.
5. Белкин Г.С. Коммутационные процессы в электрических аппаратах. М. Знак, 2003, 237 с.
6. Алиев И. И. Электрические аппараты : Справочник / Алиев И. И. ; Абрамов М. Б. ; . - М. : РадиоСофт, 2004. - 256 с.
7. Михеев, Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования [Текст]/ Г.М. Михеев.- М.: НЦ ЭНАС, 2010.- 298 с.

Периодические издания:

7. Вопросы электротехнологии: науч.-техн.журн. – Саратов: Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю.А. Гагарина (архив 2013-2015), №1-4. ISSN2309-6020.
8. Электричество: теорет. и науч.-практ. журн. – М.: МЭИ (архив 2010-2013) – ISSN 0013-5380.
9. Электротехника: науч.-техн. журн. – М.: ЗАО «Знак» (архив 2010-2013) –ISSN 0013-5860

Интернет-ресурсы:

10. Библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru>
11. Информационно-образовательная среда. - Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru>.
12. Электронный каталог Научно-технической библиотеки СГТУ. - Режим доступа: <http://irbis.sstu.ru>.
13. Электронный читальный зал Научно-технической библиотеки СГТУ. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>
14. Министерство образования и науки Российской Федерации. - Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>
15. Федеральный портал «Российское образование». - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
16. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
17. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. - Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/>
18. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>

Источники ИОС:

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/ETE/13.03.02-3/B.1.3.9.2/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудиториях со стандартным оснащением площадью не менее 40 кв.м.

Для проведения практических занятий используются лаборатории кафедры ЭТЭ: 1 – площадь 100 кв.м, 2 - площадь 80 кв.м, 3 – площадь 60 кв.м., 4 – площадь 60 кв.м., каждая оборудована мультимедийными средствами: мультимедийный проектор, экран для демонстрации презентаций, интерактивная доска, компьютер с выходом в Интернет; программные средства для мультимедийных презентаций.

Для самостоятельной работы студентов используются лаборатории кафедры ЭТЭ, оснащенная шестью компьютерами и аудитория с тремя компьютерами.

При проведении занятий преподаватель использует:

- раздаточный материал для практических занятий;
- учебный материал в электронном виде (методические указания по выполнению СРС практических заданий);
- презентации лекционного курса;
- наглядные пособия.

При выполнении СРС студенты могут пользоваться разработанными преподавателями кафедры методическими указаниями, размещенными в ИОС.

На лекционных занятиях применяются мультимедийные средства.

При изучении дисциплины используется оборудование:

1. Технические средства: компьютер с базовым программным обеспечением (Windows 7, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007). электронная лаборатория Тина Ти, системы автоматизированного проектирования цепей вторичной коммутации электроустановок САПР ЦВК, проектор.

2. Лабораторные стенды (комплекты типового лабораторного оборудования).

Аппаратная часть комплекта выполнена по блочному (модульному) принципу и содержит: источники питания; электрические аппараты; измерительные приборы.