

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные		
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	32,25	32,25
Самостоятельная работа	75,75	75,75
Контроль		
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):
доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.т.н. Шаповалов С.В.
(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «20» сентября 2022 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение требований нормативных документов к организации эксплуатации и ремонта электрооборудования; изучение конструкции, принципа действия и режима работы основного электрооборудования; формирование навыков организации эксплуатации электрооборудования и систем электроснабжения промышленных предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины и привод», «Электроэнергетические системы и сети», «Эксплуатация систем электроснабжения».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Диагностика электрооборудования», «Системный анализ и принятие решений по повышению надежности систем электроснабжения», «Автоматизация систем электроснабжения (продвинутый уровень)», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (проектная практика)».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способен управлять деятельностью по эксплуатации объектов электроэнергетики	ПК-2.1. Проводит анализ статистики, формирует заключение об эксплуатационном состоянии электрооборудования, причинах отклонений от НТД, выдает рекомендации по созданию наиболее надежной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики	Знать: отраслевые нормативные документы ПУЭ, ПТЭЭП, ГОСТ, РД при эксплуатации и ремонте электрооборудования; современное электрооборудование, используемого при выполнении исследований и испытаний при эксплуатации и ремонте электрооборудования
		Уметь: работать со справочной литературой и нормативными отраслевыми документами; пользоваться методами испытания электрооборудования систем электроснабжения предприятий
		Владеть: основными приемами испытания электрооборудования; комплексом технических средств, используемых при испытании электрооборудования систем электроснабжения
	ПК-2.2. Оценивает эффективность управляющих	Знать: требования обеспечения надежности электроснабжения потребителей

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	воздействий при изменении эксплуатационного состояния объектов электроэнергетики	Уметь: оценить предлагаемые решения при эксплуатации и ремонте электрооборудования систем электроснабжения с точки зрения технико-экономической эффективности с учетом риска
		Владеть: способами управления рисками при эксплуатации и ремонте электрооборудования систем электроснабжения

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Введение	Лек.	Предмет и задачи курса. Актуальность проблем эффективной эксплуатации систем электроснабжения	2	1			-
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы	2	2			
Раздел 1 Организации и эксплуатации электрохозяйства	Лек.	1.1 Особенности энергетического производства. 1.2 Управление эксплуатации электрохозяйства. 1.3 Ремонты. Виды ремонтов. 1.4 Техничко-экономические показатели эксплуатации электрохозяйства	2	1			Комплект задач
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы (написание доклада)	2	4			
	Пр.	Оценка продолжительности ремонтного цикла	2	2			Темы докладов
Раздел 2 Общие испытания электроустановок	Лек.	2.1. Виды испытаний отдельных частей электроустановок 2.2. Проверка схем электрических соединений. 2.3. Контроль состояния изоляции. 2.4. Общие испытания электрических машин.	2	2			Комплект задач

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы. Подготовка к практическим занятиям (решение задач)	2	5			
	Пр.	Оценка продолжительности цикла технического обслуживания	2	2			Темы докладов
Раздел 3 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.	Лек.	3.1. Требования безопасности при обслуживании электроустановок. 3.2. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ. 3.3. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	2	2			Комплект задач
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы (написание доклада)	2	6			
Раздел 4 Оперативное управление электрохозяйством	Лек.	4.1. Организация оперативного управления электрохозяйством 4.2. Оперативное обслуживание электроустановок 4.3. Осмотры электрохозяйства. 4.4. Оперативные переключения	2	2			Темы докладов, комплект задач

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы. Подготовка к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию)	2	8			
	Пр.	Сопоставление систем ремонта	2	2			Комплект тестов
Раздел 5 Эксплуатация и обслуживание электрооборудования	Лек.	5.1. Эксплуатация и обслуживание электрических машин. 5.2. Эксплуатация и обслуживание распределительных устройств. 5.3. Эксплуатация и обслуживание коммутационных аппаратов. 5.4. Эксплуатация и обслуживание вторичных устройств. 5.5. Эксплуатация и обслуживание воздушных и кабельных линий	2	4			Комплект задач
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы. Подготовка к практическим занятиям (подготовка к докладу)	2	14			
	Пр.	Оценка эффективности капитального ремонта	2	2			Темы докладов
Раздел 6 Предотвращение и ликвидация аварий	Лек.	6.1. Причины аварий и отказов 6.2. Предупреждение аварий 6.3. Ликвидация аварий.	2	1			Комплект задач

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
в электрической части энергосистем	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы (подготовка к докладу)	2	6			
	Пр.	Оценка эффективности капитального ремонта	2	2			Темы докладов
Раздел 7 Организация электромонтажного производства	Лек.	7.1 Основные требования к содержанию проектной документации 7.2 Выполнение электромонтажных работ	2	1			Комплект задач
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы . Подготовка к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию)	2	6			
	Пр.	Расчет теплового режима трансформатора и термического цикла изоляции	2	2			Комплект тестов, темы докладов
Раздел 8	Лек.	8.1 Прокладка кабелей 8.2 Соединение и оконцевание кабелей	2	1			Комплект задач

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Монтаж кабельных линий	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы. Подготовка к практическим занятиям (подготовка к докладу)	2	6			
	Пр.	Расчет теплового режима трансформатора и термического износа изоляции	2	2			Комплект тестов, темы докладов
Раздел 9 Монтаж силового оборудования и распределительных устройств	Лек.	9.1 Монтаж трансформаторов 9.2 Монтаж электропроводки 9.3 Монтаж аппаратуры управления 9.4 Монтаж комплектных устройств	2	1			Комплект задач
	Ср.	Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на частные и общие вопросы. Подготовка к практическим занятиям (подготовка к докладу)	2	10,75			
	Пр.	Расчет теплового режима трансформатора и термического износа изоляции	2	2			Комплект тестов, темы докладов

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к промежуточной аттестации.	2	8			
	ПА	Сдача зачета	2	0,25			
Итого:				108			

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку доклада и его презентации к защите на практическом занятии.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по организации эксплуатации и ремонта электрооборудования; предотвращение и ликвидации аварий в электрической части энергосистем; организации электромонтажного производства; оперативного управления электрохозяйством. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить доклад по теме практического занятия. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2	ПК-2.1	Тестовые задания № 1-50, 67-70 Темы докладов № 1-7, 13-16 Задачи № 1, 3, 4 Вопросы к зачету № 8-16, 19-24, 3-37
2	ПК-2.2	Тестовые задания № 51-66, 71-107 Темы докладов № 8-12, 17-20 Задачи № 2, 5 Вопросы к зачету № 1-7, 17, 18, 25-30, 38-40

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Задачи

(наименование оценочного средства)

1. Оценка продолжительности ремонтного цикла кабельной линии 6 кВ.

Таблица – Периодичность проведения ремонтов силового оборудования

Оборудование	Периодичность ремонта, лет	
	текущего	капитального
Силовые трансформаторы 10/04кВ	3	12
КТП внутренней установки	3	12
КТП наружной установки	1	8
Выключатели масляные 10 кВ	1	3
Выключатели нагрузки 10 кВ	1	3
Разъединители 10 кВ: внутренней установки	1	4
наружной установки	1	3
Конденсаторные установки до 10 кВ	0,5	4
Трансформаторы тока до 10 кВ	1	3
Воздушные линии 0,4-10 кВ: на деревянных опорах	3	6
на ж.б. опорах	4...5	8...10
Воздушные линии 35-110 кВ: на деревянных опорах	-	6
на метал. и ж.б. опорах	-	12
Кабельные линии до 10 кВ	1	20

Оценку продолжительности ремонтного цикла можно выполнить по нормам ежегодных амортизационных отчислений на капитальный ремонт p_k :

$$T_{pk} = \frac{z_k}{p_k \cdot K},$$

где $z_k = 1\,795\,000$ руб. – стоимость одного капитального ремонта кабельной линии 6 кВ марки АВВГ-6 длиной 2 км;

$K = 1322000$ руб. – стоимость кабельной линии протяженностью 2 км;

$p_k = 0,02$ – норма отчислений на капитальный ремонт кабельной линии.

$$T_{pk} = \frac{1795000}{0.02 \cdot 1322000} = 67,89 \text{ лет.}$$

Продолжительность ремонтного цикла, отвечающая минимуму полных затрат, составит:

$$T_{pk} = \frac{z_k}{2 \cdot \omega \cdot z_a} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + 4 \frac{z_a}{z_k}} \right),$$

где $z_a = 180\,000$ руб. – стоимость одного аварийно-восстановительного ремонта;

$\omega = 20\%$ – поток отказа.

$$T_{pk} = \frac{1795000}{2 \cdot 0.2 \cdot 180000} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + 4 \frac{180000}{1795000}} \right) = 54 \text{ года.}$$

Определение T_{pk} по второму выражению позволяет использовать в расчетах относительное значение затрат z_k/z_a , что заметно сокращает требуемый объем исходной информации.

2. Оценка продолжительности цикла технического обслуживания кабельной линии 6 кВ.

Выявление дефекта в процессе проведения ТО обусловит затраты на проведение ремонта кабельной линии по устранению этого дефекта.

$$z_{di} = \omega \cdot T_{toi} \cdot z_d,$$

где $z_d = 43620$ руб. – стоимость ремонта по устранению дефекта;

$T_{toi} = 1$ год – продолжительность текущего ремонта для кабельной линии до 10 кВ.

$$z_{di} = 0.2 \cdot 1 \cdot 43620 = 8724 \text{ руб.}$$

Затраты на аварийные ремонты в интервале T_{toi} при условии, что ТО не проводится, составят:

$$z_{ai} = \omega \cdot T_{toi} \cdot z_a,$$

$$z_{ai} = 0.2 \cdot 1 \cdot 180000 = 36000 \text{ руб.}$$

Очевидно, что продолжительность интервала T_{toi} должна определиться из условия:

$$z_{toi} + z_{di} \leq z_{ai},$$

где z_{toi} – затраты, связанные с выполнением i -той работы ТО:

$$z_{toi} = \omega \cdot T_{toi} \cdot z_{to},$$

где $z_{to} = 61600$ руб. – стоимость ТО кабельной линии.

$$z_{toi} = 0.2 \cdot 1 \cdot 61600 = 12320 \text{ руб.}$$

Продолжительность i -го цикла ТО:

$$T_{TOi} \geq \frac{Z_{TOi}}{\omega(Z_{ai} - Z_{Li})},$$

$$T_{TOi} \geq \frac{12320}{0.2(36000 - 8724)};$$

$$T_{TOi} \geq 2,26.$$

Таким образом, продолжительность i -го цикла ТО составит 2,26 года.

3. Сопоставление систем ремонта кабельной линии 6 кВ.

Поскольку стоимость ремонта электрооборудования входит в себестоимость продукции, вопрос о сроках и объемах ТО в большинстве случаев является вопросом технико-экономическим.

Сопоставим 3 системы ремонта оборудования:

1. Планово-предупредительную;
2. Аварийно-восстановительную;
3. По действительному техническому состоянию оборудования.

Поскольку вопрос о выборе системы обслуживания и ремонта оборудования является технико-экономическим, ниже приведена структура затрат при различных системах:

$$Z_1 = Z_{01} + Z_{\kappa 1} + Z_{a1},$$

$$Z_2 = Z_{02} + Z_{a2},$$

где Z_0, Z_κ и Z_a - затраты на техническое обслуживание, капитальные и аварийно-восстановительные ремонты в системах ППР и АВР.

$$Z_1 = 61600 + 180000 + 1795000 = 2036600 \text{ руб.},$$

$$Z_2 = 61600 + 180000 = 241600 \text{ руб.}$$

В настоящее время наиболее распространенной является система ППР, необходимо сравнить эту систему с системой АВР.

Затраты на обслуживание и текущий ремонт в обеих системах будем считать одинаковыми и исключим из рассмотрения, тогда

$$Z_1 = Z_{\kappa 1} + Z_{a1} = Z_{a1} \cdot \left(1 + \frac{Z_{\kappa 1}}{Z_{a1}} \right),$$

$$Z_2 = Z_{a2}.$$

Затраты в обеих системах будут равны:

$$Z_1 = 1795000 + 180000 = 1975000 \text{ руб.},$$

$$Z_2 = 180000 \text{ руб.}$$

Для оценки эффективности каждой системы определим $Z_{\kappa 1} / Z_{a1}$ и $\varphi(\delta - 1)$.

$$\frac{Z_{\kappa 1}}{Z_{a1}} = \frac{1795000}{180000} = 9.972.$$

Для городских распределительных сетей значение φ для кабельной линии составляет 0.3, а коэффициент δ - больше единицы и меньше или равен 10, т.е $1 < \delta \leq 10$.

Принимаем для КЛ 6 кВ протяженностью 2 км $\delta = 10$, тогда

$$\varphi(\delta - 1) = 0.3(10 - 1) = 2.7.$$

Так как $\frac{Z_{\kappa 1}}{Z_{a1}} > \varphi(\delta - 1)$, то для кабельной линии 6 кВ более эффективна система АВР.

4. Оценка эффективности капитального ремонта кабельной линии 6 кВ.

Для оценки стоимости оборудования до и после ремонта воспользуемся эмпирической формулой для расчета коэффициента физического износа:

$$K_{из} = (0.208 - 0.00384 \cdot B) \cdot T^{0.7},$$

где $B = 40$ – оценка технического состояния кабельной линии 6 кВ по 50-бальной шкале;
 $T = 15$ лет – возраст оборудования.

$$K_{из} = (0.208 - 0.00384 \cdot 40) \cdot 15^{0.7} = 0.36.$$

Остаточная стоимость оборудования до капитального ремонта составляет:

$$C_{др} = C_0(1 - K_{из}),$$

$$C_{др} = 2313500(1 - 0.36) = 1480640 \text{ руб.}$$

Альтернативой ремонту является покупка нового оборудования, стоимость которого является C_H . Выгодность капитального ремонта выражается в положительности экономического эффекта:

$$\mathcal{E} = C_H - C_{др} - \mathcal{Z}_p > 0,$$

где $C_H = 2313500$ руб. – стоимость нового оборудования;

\mathcal{Z}_p - затраты на ремонт.

Тогда

$$\mathcal{E} = 582860 > 0.$$

Если старое оборудование невозможно продать по остаточной стоимости, вместо стоимости до капитального ремонта следует принят утилизационную стоимость оборудования C_y . Тогда условие выгодности капитального ремонта приобретает вид:

$$\mathcal{E} = C_H - C_y - \mathcal{Z}_p > 0,$$

где $C_y = 25320$ руб. – стоимость утилизации оборудования.

Таким образом:

$$\mathcal{E} = 493180 > 0.$$

Расчет эффективности капитального ремонта кабельной линии 6 кВ сведен в таблицу 2.

Таблица 2 - Расчет эффективности капитального ремонта кабельной линии 6 кВ

B	$K_{из}$	$C_{др}, \text{руб}$	$\mathcal{Z}_p, \text{руб}$	\mathcal{E}
40	0.36	1 480 640	250 000	582 860
30	0.62	879 130	785 000	649 370
20	0.87	300 755	1 795 000	217 745

Таким образом, оценка стоимости оборудования до и после ремонта в сопоставлении с затратами на его проведение показала, что эффективнее капитальный ремонт старого оборудования.

5. Расчет теплового режима трансформатора и термического износа изоляции

Таблица – Основные показатели теплового режима трансформатора

Название показателя	Обозначение	Трансформатор ТМН
Показатель степени масла	x	0,8
Показатель степени обмотки	y	1,6
Отношение потерь $\Delta P_{кз} / \Delta P_{xx}$	R	5
Тепловая постоянная времени масла, ч	τ_o	3
Температура воздуха, °C	Θ_a	20

Превышение температуры масла на выходе из обмотки над температурой воздуха в номинальном режиме, °C	$\Delta\Theta_{oar}$	55
Превышение температуры наиболее нагретой точки обмотки над температурой масла на выходе из обмотки в номинальном режиме, °C	$\Delta\Theta_{hor}$	23
Температура наиболее нагретой точки обмотки, при которой относительный износ изоляции равен единице, °C	Θ_h	98

Относительные значения нагрузки и перегрузки определяются по (37):

$$K_{31} = \frac{2}{2.6} = 0.77,$$

$$K_{32} = \frac{3.2}{2.6} = 1.23.$$

Найдем параметры установившегося режима по (38)-(41):

$$\Delta\Theta_{oaK1} = 55 \left(\frac{1 + 5 \cdot 0.77^2}{1 + 5} \right)^{0.8} = 39.4 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Delta\Theta_{hoK1} = 23 \cdot 0.77^{1.6} = 15.1 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Theta_{oK1} = 20 + 39.4 = 59.4 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Theta_{hK1} = 20 + 39.4 + 15.1 = 74.5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Параметры переходный тепловой режим в интервале t увеличения нагрузки от значения K_1 до значения K_2 (42)-(45):

$$\Delta\Theta_{oaK2} = 55 \left(\frac{1 + 5 \cdot 1.23^2}{1 + 5} \right)^{0.8} = 72 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Delta\Theta_{oa}(t) = 39.4 + (72 - 39.4)(1 - \exp(-\frac{t}{3})) = 48.6 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Delta\Theta_{ho}(t) = 23 \cdot 1.23^{1.6} = 32 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Theta_o(t) = 20 + 48.6 = 68.6 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Theta_h(t) = 20 + 48.6 + 32 = 100.6 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Найдем параметры переходного теплового режима после интервала t при уменьшении нагрузки от значения K_2 до значения K_1 по (46) – (49):

$$\Delta\Theta_{oa}(t) = 39.4 + (48.6 - 39.4)(1 - \exp(-\frac{3t}{3})) = 45.2 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Delta\Theta_{hoK1} = 23 \cdot 0.77^{1.6} = 15.1 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Theta_o(t) = 20 + 45.2 = 65.2 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\Theta_h(t) = 20 + 45.2 + 15.1 = 80.3 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Расчет термического износа изоляции.

В установившемся тепловом режиме износ витковой изоляции составляет:

$$I = 2^{[74.5-98]/6} = 0.066 \text{ норм.сут.}$$

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

7.2.2. Темы докладов

№ п/п	Темы
1.	Оценка надежности электрооборудования
2.	Оценка продолжительности ремонтного цикла
3.	Оценка продолжительности цикла технического обслуживания
4.	Оценка периодического контроля работоспособности электрооборудования
5.	Сопоставление систем ремонта электрооборудования
6.	Оценка эффективности капитального ремонта электрооборудования
7.	Обеспечение электрооборудования запасными частями
8.	Эксплуатационно-техническая документация
9.	Эксплуатация воздушных ЛЭП
10.	Эксплуатация кабельных ЛЭП
11.	Эксплуатация силовых трансформаторов
12.	Эксплуатация электрооборудования распределительных устройств
13.	Тепловизионный контроль электрооборудования
14.	Организация эксплуатации выключателей 110 кВ
15.	Диагностика кабельной линии на 35 кВ
16.	Организация ремонта трансформатора ТДН 16 МВА
17.	Организация эксплуатации релейной защиты
18.	Монтаж и эксплуатация электрических счетчиков
19.	Организация эксплуатации системы АСКУЭ
20.	Эксплуатация управляемого реактора трансформаторного типа

Доклад представляет собой публичное выступление по изучаемому разделу дисциплины «Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования». При подготовке доклада, презентации обучающийся должен отобрать не менее 7 наименований литературы (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Интернет-сайтам. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным.

В заключение доклада обучающийся должен сделать выводы по теме.

Продолжительность доклада не более 15 минут. Для получения положительной отметки наличие компьютерной презентации обязательно. Минимальное количество слайдов – 12. Презентация должна быть информативна, соответствовать теме доклада.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена презентация с требуемым количеством слайдов.

- оценка «не зачтено», если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, отсутствует презентация или презентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме доклада.

7.2.3 Типовые тестовые задания

1. Что собой представляет энергетическая система?

- совокупность электростанций, тепловых сетей, потребителей тепловой энергии;
- совокупность электростанций, электрических сетей, потребителей электрической энергии;
- совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, потребителей электрической и тепловой энергии.

2. В ведение кого находятся вопросы технической эксплуатации:

- Главного инженера предприятия;
- директора предприятия;
- начальника электроцеха.

3. По назначению ремонты различаются:

- восстановительный и реконструкцию;
- восстановительный, реконструкцию и техническое перевооружение;
- восстановительный и техническое перевооружение.

4. Экономическая задача для эксплуатационного персонала:

- обеспечить экономию электроэнергии.;
- обеспечить максимальное снижение себестоимости продукции предприятия;
- обеспечить анализ загрузки сетей и агрегатов, причин простоев и аварий.

5. При фазировке трансформатора напряжение между совпадающими фазами трансформатора и сети должно быть:

- равно фазному напряжению сети;
- равно нулю;
- равно линейному напряжению сети.

6. При испытании трансформаторного масла на электрическую прочность делают:

- 5 пробоев с интервалами 10 мин;
- 7 пробоев с интервалами 10 мин;

-6 пробоев с интервалами 10 мин.

7. Право выдачи нарядов и распоряжений при обслуживании электроустановок выше 1000В предоставляется лицам из электротехнического персонала, имеющим группу по электробезопасности:

- не ниже III;
- не ниже IV;

8. Оперативное обслуживание электроустановок осуществляет:

- ремонтный персонал;
- оперативный (дежурный) персонал;
- общецеховой персонал.

9. Оперативное переключение осуществляет:

- административно-технический персонал;
- оперативный персонал;
- ремонтный персонал.

10. Подрядчиком при проведении электромонтажных работ является:

- строительная организация;
- ремонтная организация;
- электромонтажная организация.

Краткое описание и регламент выполнения

Тест проводится в начале практического занятия в письменной форме. Каждому обучающемуся выдается 15 вопросов, на каждый из которых нужно выбрать правильный (ые) ответ (ы). Время, отводимое на тестирование - 12 минут.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно больше чем на половину тестов.
- оценка «не зачтено» - если обучающийся ответил правильно на половину или меньше тестов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр2

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Общие сведения об эксплуатации электрооборудования.
2.	Ремонты. Виды ремонтов. Обеспечение оборудования запасными частями.
3.	Связь эксплуатации и надежности электрооборудования.
4.	Техническое обслуживание. Оценка продолжительности цикла ТО.
5.	Системы ремонта оборудования
6.	Оценка эффективности капитального ремонта оборудования
7.	Эксплуатационная технологическая документация на электрооборудование
8.	Осмотр воздушных линий

№ п/п	Вопросы к зачету
9.	Профилактические измерения и испытания воздушных линий
10.	Определение места повреждения воздушных линий
11.	Борьба с гололедом. Ремонт воздушных линий
12.	Осмотр кабельных линий. Допустимые нагрузки при эксплуатации
13.	Профилактические измерения и испытания кабельных линий
14.	Профилактические измерения и испытания кабельных линий
15.	Ремонт кабельных линий.
16.	Осмотр трансформаторов
17.	Режимы работы трансформаторов
18.	Эксплуатация трансформаторного масла
19.	Хроматографический анализ газов, растворенных в трансформаторном масле.
20.	Ремонт трансформаторов.
21.	Испытание трансформаторов после капитального ремонта
22.	Характеристика изоляции обмоток трансформатора
23.	Испытания изоляции трансформатора повышенным напряжением
24.	Классификация испытаний трансформаторного масла, сроки, объем и методика этих испытаний
25.	Эксплуатация распределительных устройств
26.	Эксплуатация шин распределительных устройств
27.	Эксплуатация коммутационных аппаратов
28.	Эксплуатация измерительных трансформаторов
29.	Эксплуатация конденсаторных установок и аппаратов защиты от перенапряжений
30.	Эксплуатация заземляющих устройств
31.	Тепловизионный контроль электрооборудования
32.	Требования безопасности при обслуживании электрооборудования
33.	Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ
34.	Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ
35.	Классификация помещений по опасности поражения людей электрическим током
36.	Энергетическая система и организация ее эксплуатации
37.	Программа приемо-сдаточных испытаний
38.	Осмотры распределительных устройств. Профилактические измерения и испытания.
39.	Осмотры коммутационных аппаратов.
40.	Осмотры контактных соединений

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2	зачет	«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«не зачтено»	оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Хорольский В. Я.	Эксплуатация электрооборудования	Учебник	2022	ЭБС "Лань"
2	Полищук В. И.	Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования	Учебное пособие	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Полуянович Н.К.	Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
4	Коломиец Н.В., Пономарчук Н.Р., Елгина Г.А.	Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций	Учебное пособие	2015	ЭБС "ZNANIUM.COM"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Грунтович Н. В.	Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования	Учебное пособие	2019	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Шаповалов В.А.	Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования	Практикум	2016	Репозиторий ТГУ

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- WebofScience [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridgeuniversitypress [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211)	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-609)	Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи
3	Лаборатория «Производство и передача электроэнергии». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.(Э-201)	Столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенд лабораторный, столы лабораторные, шкаф, жалюзи
4	Лаборатория «Монтаж и эксплуатация системы электроснабжения. Электроосветительные установки» (Э-209)	Столы ученические двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды лабораторный, жалюзи.
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
6	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры