

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
А.А. ЕЖЕВСКОГО»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*для выполнения практических и контрольных работ по дисциплине  
«Эксплуатация энергооборудования и систем энергообеспечения» студентами  
очной / заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01  
Теплоэнергетика и теплотехника (квалификация (степень) «бакалавр»),  
профиль: «Энергообеспечение предприятий»*

УДК 621.31.004(072) + 697(072)  
М 545

Рекомендовано к печати методической комиссией энергетического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (протокол № 5 от 19.01.2021г.)

Составитель: Федотов В.А.

Рецензент: к.т.н. доцент Логинов А.Ю.

Методические указания для выполнения практических и контрольных работ по дисциплине «Эксплуатация энергооборудования и систем энергообеспечения» студентами очной / заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (квалификация (степень) «бакалавр»), профиль: «Энергообеспечение предприятий» / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост.: В. А. Федотов. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2021. – 21 с. - Текст электронный.

Методические указания составлены в помощь студенту энергетического факультета направлении подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника для изучения и выполнения контрольной работы по дисциплине «Эксплуатация энергооборудования и систем энергообеспечения». В работе приведены содержание и требования к написанию работы, теоретические вопросы, приведён список литературы. Контрольная работа должна быть выполненная в форме реферата.

Методические указания могут быть использованы при реализации образовательных программ с использованием электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

© Федотов В.А., 2021  
© Иркутский ГАУ им. А. А. Ежевского, 2021

# 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель и задачи курса

Цель освоения дисциплины:

– освоение основ эксплуатации энергооборудования и систем энергообеспечения.

Основные задачи освоения дисциплины:

– изучение основных закономерностей, правил и способов комплектования, использования по назначению, технического обслуживания энергооборудования;

– методов решения эксплуатационных задач по обеспечению требуемой надежности и рационального использования различного энергооборудования.

## 1.2 Программа дисциплины, методические указания и задания по выполнению контрольной работы

### Ведение

Предмет изучения, задачи и методы эксплуатации энергетического оборудования. Актуальные вопросы по эксплуатации энергооборудования. Номенклатурные требования по выполнению эксплуатационных программ.

### Планирование и организация производственной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта энергооборудования.

Прием и ввод оборудования в эксплуатацию. Организация производственной эксплуатации энергооборудования. Управление эксплуатацией энергооборудования. Сроки службы оборудования. Расследование и учет нарушений в работе энергооборудования. Содержание и планирование работ по техническому обслуживанию. Организация работ по техническому обслуживанию. Финансирование работ по техническому обслуживанию. Общие принципы, формы и методы ремонта. Ремонтные нормативы. Нормы расхода материалов и запасных частей. Планирование ремонтных работ. Формирование графиков ремонта оборудования. Расчет потребности в ремонтном персонале. Планирование потребности в материалах и запчастях. Подготовка производства ремонтных работ. Подготовка исполнителей и технической документации. Подготовка производственных мощностей.

### Типовая номенклатура ремонтных работ, ремонтные нормативы и нормы расхода материалов и запасных частей на ремонт электротехнического оборудования.

Техническое обслуживание. Типовая номенклатура ремонтных работ при текущем ремонте. Типовая номенклатура ремонтных работ при капитальном ремонте. Особенности организации ремонта взрывозащищенных электрических машин. Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонта. Нормы расхода материалов на текущий и капитальный ремонт. Техническое обслуживание. Текущий ремонт. Нормы расхода материалов на техническое обслуживание и ремонт.

## **Типовая номенклатура ремонтных работ, ремонтные нормативы и нормы расхода материалов и запасных частей на ремонт теплотехнического оборудования.**

Техническое обслуживание. Типовая номенклатура ремонтных работ при текущем ремонте. Типовая номенклатура ремонтных работ при капитальном ремонте. Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонта. Нормы расхода материалов на ремонт, нормы страхового запаса

### **1.3 Рекомендуемая литература**

#### **Основная литература:**

1. . Амерханов, Р.А. Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем [Текст]: учеб. для вузов / Р.А. Амерханов, Г.П. Ерошенко, Е.В. Шелиманова; под ред. Р.А. Амерханова. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 447 с.
2. Колибаба, О. Б. Основы проектирования и эксплуатации систем газораспределения и газопотребления [Электронный ресурс] / О. Б. Колибаба. – Электрон. текстовые дан. – Москва: Лань, 2013. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4642](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4642).
3. Соколов, Б.А. Устройство и эксплуатация паровых и водогрейных котлов малой и средней мощности [Текст]: учеб. пособие / Б.А. Соколов. – М.: Академия, 2008. – 64 с.
4. Эксплуатация электрооборудования [Текст]: учеб. для вузов / Г. П. Ерошенко [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 343 с.
5. Хорольский, В.Я. Эксплуатация электрооборудования: учебник / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Н. Шемякин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-2511-2. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106891>. – Режим доступа: для авториз. пользователей..

#### **Дополнительная литература:**

1. Правила технической эксплуатации коммунальных отопительных котельных [Текст]. – СПб.: ДЕАН, 2001. – 111 с.
2. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок [Текст]. – Введ. с 2003-01-10. – СПб.: ДЕАН, 2005. – 250 с.
3. Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения [Текст]. – СПб.: ДЕАН, 2002. – 158 с.
4. Колибаба О.Б. Основы проектирования и эксплуатации систем газораспределения и газопотребления [Текст]: учеб. пособие для вузов / О.Б. Ко-либаба, В.Ф. Никишов, М.Ю. Ометова. – СПб.: Лань, 2013. – 203 с.
5. Белкин, А.П. Диагностика теплоэнергетического оборудования: учебное пособие / А.П. Белкин, О.А. Степанов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-2041-4. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93582>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
Интернет, необходимых для освоения дисциплины:**

1. Техническая библиотека - <http://techlibrary.ru/>
2. Крупнейшая библиотека нормативно-технической литературы. Портал ТехЛит.ру – <http://www.tehlit.ru/>
3. Большая техническая библиотека – <http://teplokot.ru/>

**2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ**

Студентам необходимо, самостоятельно, изучить литературу, предложенную выше.

**2.1 Темы лекций:**

1. Производственная эксплуатация энергооборудования;
2. Техническое обслуживание энергооборудования;
3. Ремонт энергооборудования;
4. Финансирование ремонта;
5. Электрические машины;
6. Электрические сети;
7. Силовые трансформаторы;
8. Электросварочное оборудование;
9. Приборы измерения и контроля;
10. Котлы, котельно-вспомогательное и паросиловое оборудование;
11. Компрессорно-холодильное оборудование и насосы;
12. Оборудование вентиляции и кондиционирования воздуха;
13. Трубопроводы и трубопроводная арматура;
14. Водозаборные и очистные сооружения;
15. Оборудование газового хозяйства;

**2.2 Общие указания по выполнению поверочного задания для студентов очной обучения.**

Для выполнения задания студенту необходимо подготовить реферат. Полный перечень этих вопросов приводится ниже, а порядок их выбора следующий.

Тема реферата выбирается путем суммы последних трёх цифр шифра студента.

Пример, шифр студента 654. Тогда число 15, есть номер темы реферата. В случае выпадения одинаковых сумм, то один из студентов выбирает выше стоящую тему, таким образом, чтобы ни с кем не пересекаться по номерам тем.

Контрольное задание должно, оформлено в соответствии ГОСТ 7.32 – 2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и ГОСТ 7.1 – 2003 «Библиографическая запись.

Библиографическое описание», ответы на вопросы должны, представлены развёрнутом виде. Небрежно выполненная работа - не рецензируется.

**Перечень тем рефератов:**

1. Производственная эксплуатация энергооборудования;
2. Техническое обслуживание энергооборудования;
3. Ремонт энергооборудования;
4. Финансирование ремонта;
5. Электрические машины;
6. Электрические сети;
7. Силовые трансформаторы;
8. Электросварочное оборудование;
9. Приборы измерения и контроля;
10. Котлы, котельно-вспомогательное и паросиловое оборудование;
11. Компрессорно-холодильное оборудование и насосы;
12. Оборудование вентиляции и кондиционирования воздуха;
13. Трубопроводы и трубопроводная арматура;
14. Водозаборные и очистные сооружения;
15. Оборудование газового хозяйства.
16. Классификация теплотехнического оборудования.
17. Трубопроводные сети.
18. Особенности эксплуатации котельных агрегатов.
19. Проверка контрольного и вспомогательного оборудования и испытание котельного агрегата.
20. Аварии, возникающие при работе котельных установок.
21. Эксплуатация теплотехнического оборудования.
22. Организация обслуживания и ремонта теплотехнического оборудования.
23. Параметры энергооборудования
24. Область применения, характеристика внешней среды.
25. Основы рационального выбора и использования энергооборудования.
26. Техническое диагностирование энергооборудования.
27. Эксплуатация и наладка энергооборудования.
28. Общие вопросы капитального ремонта.
29. Организация капитального ремонта, электроремонтные базы, их структура.
30. Техническое обслуживание и текущий ремонт энергооборудования.
31. Организация сервиса энергетического оборудования.
32. Задачи проектирования по обслуживанию энергооборудования.
33. Расчет объема работ, разработка графиков ремонта.
34. Разработка ремонтно-обслуживающей базы.
35. Потребители теплоты в сельском хозяйстве и схем теплоснабжения сельскохозяйственных объектов.

### **2.3 Общие указания по выполнению контрольной работы для студентов заочного обучения.**

Для выполнения контрольного задания студенту необходимо ответить на пять вопросов, которые построены таким образом, чтобы охватить все основные разделы курса. Полный перечень этих вопросов приводится ниже, а порядок их выбора следующий.

Первый вопрос выбирается из первого десятка перечня, причем номер вопроса соответствует последней цифре шифра студента. Второй вопрос выбирается из второго десятка, причем номер вопроса определяется прибавлением числа 10 к предпоследней цифре шифра, номер третьего вопроса определяется прибавлением 20 к третьей цифре шифра, номер четвертого - прибавлением числа 30 к предпоследней цифре шифра, номер пятого прибавлением числа 40 к последней цифре шифра.

Пример, шифр студента 654. Тогда число 4 - номер первого вопроса, число 15 - номер второго вопроса, число 26 - номер третьего вопроса, число 35 - номер четвертого вопроса и число 44 - номер пятого вопроса.

В случае если две последних цифры являются «00», то номер первого вопроса – 1; а номер пятого вопроса – 50.

Контрольное задание должно, оформлено в соответствии ГОСТ 7.32 – 2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и ГОСТ 7.1 – 2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание», ответы на вопросы должны, представлены развёрнутом виде. Небрежно выполненная работа - не рецензируется.

#### **2.3.1 Перечень вопросов для контрольной работы:**

1. Дайте общую классификацию энергооборудованию по типам и укажите назначение каждой из них?
2. Как влияют высокие температуры на работу узлов энергооборудования?
3. Какое воздействие оказывает повышенная влажность и температура окружающей среды на эксплуатационные характеристики энергооборудования?
4. Как отдельные виды материалов и их качество влияют на надежность эксплуатируемого энергооборудования?
5. Характеристики кабельной продукции для эксплуатации энергооборудования?
6. Приведите краткий перечень электрооборудования и средств автоматизации напряжением до 1000 В, используемого на предприятиях АПК?
7. Приведите классификацию пускозащитного электрооборудования по степени защиты от воздействия окружающей среды?
8. Какие требования к заземлению и занулению энергооборудования, используемого в различных отраслях промышленности, предъявляются «Правилами устройства электроустановок»?
9. Укажите назначение графиков ТР и ТО?
10. Какие марки проводов используются для прокладки трубных проводок; выполнения тросовых проводок?

11. Опишите назначение вводно-распределительных устройств и дайте перечень оборудования и аппаратов, устанавливаемых в данных устройствах?
12. Какие провода и проводки следует применять в сырых и взрывоопасных помещениях?
13. Какие провода следует применять для переносных и передвижных электроприемников?
14. Как классифицируются светильники по назначению, и какие требования предъявляют к их монтажу в помещениях различного типа?
15. Как выполнить центровку валов двигателя и рабочей машины при монтаже электродвигателя?
16. Как осуществляется заземление корпусов энергооборудования, для чего оно выполняется и какие устройства применяются для его выполнения?
17. Дайте общую характеристику электронагревательных устройств, используемых в отопительной системе и требования по их монтажу?
18. Каковы особенности эксплуатации электрокалориферной установок типа СФО и СФОА?
19. Перечислите назначение отдельных приборов и устройств, предназначенных для автоматизации управления и защиты энергоустановок потребителей?
20. Устройства защитного отключения, дайте описание работы устройства, схема устройства, основные элементы схемы?
21. Какими устройствами снабжаются автоматические воздушные выключатели, и каковы требования по их монтажу?
22. На какие стандартные токи изготавливаются магнитные пускатели серии ПМЛ и ПМА, какая особенность монтажа каждого из них?
23. Дифференциальное защитное устройство, дайте описание работы устройства, схема устройства, основные элементы схемы?
24. Назовите, в какой последовательности, и какими устройствами, выполняется монтаж ВЛ 0,4 – 10 кВ проводами марки А, АС и СИП?
25. Основные этапы эксплуатации водогрейного котла средней мощности, какова их последовательность и их особенности выполнения?
26. Проверка приборов, область применения, параметры устройств, которые применяются для данного процесса?
27. Классификация трубной арматуры по назначению и способу присоединения?
28. Дистанционные привода управления трубной арматурой?
29. Какие мероприятия проводятся для обеспечения надёжной работы трубопроводов?
30. Типы труб, применяемые для стационарных трубопроводов?
31. Испытание и сдача смонтированных трубопроводов, нормативно правовая документация?
32. Гидравлическое и пневматическое испытание трубопроводов?
33. Включение паропроводов, трубопроводов питательной воды и газопроводов в эксплуатацию?



34. Назначение тепловой изоляции, какие современные теплоизоляционные материалы применяются при монтажных работах?
35. Основные показатели теплоизоляционных материалов, как и чем производится контроль данных показателей, периодичность замеров?
36. Предохранительные клапаны, их разновидности, типы и особенности эксплуатации?
37. Эксплуатация трансформаторных подстанции типа КТП?
38. Техника безопасности при эксплуатации энергооборудования?
39. ТО и ТР барабанов водогрейных и паровых котлов?
40. Основы организации эксплуатации энергооборудования?
41. Организация и выполнение пусконаладочных работ энергооборудования?
42. Эксплуатация электронагревательных и сварочных электроустановок?
43. Нормативные документы: ПУЭ, ПТЭЭП, ПТЭТЭ, ПТБ, СНиП, ведомственные инструкции по эксплуатации энергооборудования и средств автоматизации производственных процессов?
44. Требования к зданиям и сооружениям, применяемым под эксплуатацию энергооборудования?
45. График ТО и ТР электродвигателей насосных станций, вентиляционных установок?
46. График ТО аппаратуры управления, защиты, сигнализации, средств автоматизации?
47. Эксплуатация приточно-вытяжной вентиляции для котлов средней и большой мощности?
48. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, как со снятием напряжения, так и без снятия напряжения?
49. Предмонтажная подготовка, установка, подключение к коммуникационным сетям, заземление и зануление, данные этапы описать для насосной станции (выбор типа станции, предварительно обговорить с преподавателем)?
50. Общие требования и правила при эксплуатации кабельных линий электропередач напряжением 0,4 – 10 кВ?

### 2.3.2 Комплект Задач

Вторая часть контрольной работы является решение трёх задач, номера задач определяются по трём последним цифрам кода студента, водные условия, для каждого студента, определяет преподаватель. Ниже приведены условные примеры задач:

Задача 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы  $P(t) = 0,9$  за 10000 часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов [стр. 160].

Задача 2. В эксплуатацию принято  $N = 100$  электродвигателей с параметром  $\lambda = 10^{-5}$  1/ч. Необходимо определить ожидаемое число отказавших двигателей за 1 год эксплуатации при использовании оборудования в течение 1000 часов в год [стр. 161].

Задача 3. В результате измерения сопротивления изоляции электродвигателя были получены значения, приведённые в таблице

Номер измерения, $N_i$	1	2	3	4	5		
Результат измерения, $R_i$ , МОм			100	75	50	30	10

Измерения проводились один раз в месяц. Определить скорость изменения параметра и момент ожидаемого наступления предельного состояния изоляции [стр. 223].

Задача 4. Впоследствии замыкания листов активной стали электродвигателя, в зубцовой зоне возникло местное повышение температуры, достигающее 250 °С. Определить время разрушения изоляции обмотки, считая, что она относится к классу В [стр. 387].

Задача 5. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивность  $\lambda = 10$  ч<sup>-1</sup>; время обслуживания – показательное с параметром  $\mu = 0,5$ . В начальный момент времени  $t = 0$  канал свободен. Необходимо определить финальные вероятности состояний и для установившегося режима – характеристики эффективности СМО:  $A$ ,  $Q$ ,  $P_{отк}$ , [стр. 195-197].

Задача 6. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивность  $\lambda = 1$  ч<sup>-1</sup>; среднее время обслуживания часа. В начальный момент времени  $t = 0$  канал свободен. Необходимо определить финальные вероятности состояний и для установившегося режима – характеристики эффективности СМО:  $A$ ,  $Q$ ,  $P_{отк}$ , [стр. 195-197].

Задача 7. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой работает один электромонтёр; на её вход поступает простейший поток вызовов с интенсивностью  $\lambda = 1,6$  вызовов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности часа; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний [стр. 195-197].

Задача 8. На сельскохозяйственном предприятии имеется группа дежурных электромонтеров, которые дежурят по сменам. Такую СМО можно представить, как одноканальную с неограниченной очередью. В СМО поступает простейший поток заявок с интенсивностью 2,5 заявки в час. Время обслуживания в СМО имеет показательное распределение со средним значением мин. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО, среднее число заявок, связанных с СМО, среднее число заявок в очереди, среднее время  $t_{сист.}$  пребывания заявки в СМО, среднее время  $t_{оч.}$  пребывания заявки в очереди [стр. 195-197].

Задача 9. Электротехническая служба хозяйства получает заявки на устранения неисправностей с интенсивностью  $\lambda = 2$  заявки в час, поток заявок является простейшим. ЭТС представляет собой одноканальную СМО с неограниченной очередью. Время обслуживания заявки в ЭТС имеет показательное распределение со средним значением мин. Найти финальные вероятности состояний СМО, среднее число  $z$  заявок, связанных с ЭТС, среднее число заявок в очереди, среднее время  $t_{сист.}$  пребывания заявки в СМО, среднее время  $t_{оч.}$  пребывания заявки в очереди [стр. 195-197].

Задача 10. Группу дежурного обслуживания, имеющую двух электромонтёров, можно представить, как простейшую СМО с отказами. На её

вход поступает поток заявок с интенсивностью  $\lambda = 4$  заявки в час. Среднее время обслуживания одной заявки – показательное со средним значением часа. Каждая обслуживаемая заявка приносит доход  $c = 60$  руб. Содержание каждого канала обходиться в 35 руб./ч. Решить:

1) Выгодно или невыгодно в экономическом отношении увеличить число каналов СМО до трёх? Другими словами, необходимо решить, насколько выгодно увеличение электромонтёров до трёх;

2) Выгодно или невыгодно в экономическом отношении увеличить число каналов СМО до четырёх? [стр. 195-197].

Задача 11. С районным центром, хозяйство связывает одна воздушная линия напряжением 35 кВ. Её можно рассматривать, как одноканальную СМО с отказами. Работающий канал может время от времени выходить из строя (отказываться); поток отказов канала – простейший с интенсивностью  $\nu = 2$  отказа в квартал. Восстановление (ремонт) вышедшего из строя канала начинается мгновенно после его отказа; время ремонта  $T_p$  (выраженное в часах) – показательное с параметром. Найти вероятности состояний СМО:  $S_1$  – канал исправен;  $S_2$  – канал ремонтируется [стр. 195-197].

Задача 12. Определить скорость измерения сопротивления изоляции и момент ожидаемого наступления её предельного состояния, если известно, что в результате измерений сопротивления изоляции электродвигателя во время проведения технических обслуживаний (с периодичностью 10 дней) получены следующие значения: 100 Мом; 80 Мом; 60 Мом; 40 МОм [стр. 227-228].

Задача 13. В процессе измерения сопротивления изоляции электродвигателя были получены значения, приведённые в таблице

Измеряемая фаза	Заземлённые фазы	Результат измерений
A	B и C 0	
B	A и C 0	

Необходимо сделать вывод о состоянии междуфазной изоляции и изоляции между фазой и корпусом электродвигателя [стр. 227-228].

Задача 14. Измерения изоляции проводились при разных температурах электрической машины, данные в таблице:

Температура электрической машины, °C	20	40	50	60
Результат измерения, $R_i$ , МОм	100	75	50	30

Необходимо привести полученные результаты к температуре 75 °C [стр. 227-228].

Задача 15. Система состоит из 6 элементов. Известны затраты времени на проведение проверки элементов:  $C_1 = 10$ ;  $C_2 = 20$ ;  $C_3 = 20$ ;  $C_4 = 15$ ;  $C_5 = 25$ ;  $C_6 = 13$ . Вероятности отказов элементов:  $q_1 = 0,1$ ;  $q_2 = 0,1$ ;  $q_3 = 0,2$ ;  $q_4 = 0,2$ ;  $q_5 = 0,1$ ;  $q_6 = 0,3$ . В системе имеется один отказавший элемент. Необходимо найти порядок проверки элементов при минимальных, средних затратах [стр. 227-228].

Задача 16. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный, максимальный ток кабеля  $I_m = 100A$ ; число жил кабеля  $n = 3$ ; удельное сопротивление материала жилы кабеля  $\rho = 0,021347$  Ом·мм<sup>2</sup>/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных

покровов кабеля  $S_k = 50$  град.·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля  $q = 75$  мм<sup>2</sup> [стр. 353].

Задача 17. В результате измерений температура жилы кабеля оказалась ниже допустимой. Определить нагрузки кабеля, если известно, что  $T_{ж.д.} = 100$  °С,  $T_{ж} = 80$  °С, температура окружающей среды  $t_0 = +10$  °С, известный, длительный, максимальный ток кабеля  $I_m = 100$  А [стр. 353].

Задача 18. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 100 мкс [стр. 353].

Задача 19. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6 [стр. 381].

Задача 20. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4, установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 80 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна + 5 °С [стр. 381].

Задача 21. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-400/10-0,4, установленного на мачтовой подстанции в местности, где среднегодовая температура равна +3 °С, коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,7, а максимальная нагрузка летом составляет 360 кВА [стр. 381].

Задача 22. Определить величину коэффициента заполнения суточного графика загрузки, если известно, что показания счётчиков активной и реактивной нагрузки составляют, соответственно, 1600 кВА и 2200 кВАр, показания счётчиков определены за 24 часа [стр. 381].

Материалы задач заимствованы из издания:

Ерошенко, Г.П. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий: учебник для вузов / Г.П. Ерошенко, А.Ю. Медведько, М.А. Таранов. – Ростов-на-Дону: ООО «Тетра»; НПК «Гефест», 2001. – 592 с.

### 3. ГЛОССАРИЙ

Для получения справочных сведений по теории дисциплины во время лабораторных и практических занятий, а также во время самостоятельной работы служит ниже приведенный терминологический словарь:

*Аварийный ремонт (АР)* – это ремонт по необходимости, вызванный дефектами конструкции или изготовления оборудования, дефектами ремонта и нарушением правил технической эксплуатации.

*Активная зона* – зона ядерного реактора, в которой происходит деление ядерного горючего и передача теплоты теплоносителю.

*Антипомпажные клапаны* – клапаны, установленные на корпусе воздушного компрессора ГТУ и перепускающие воздух из промежуточных ступеней компрессора в выходной диффузор газовой турбины при пусках и остановках. Это исключает явление помпажа – неустойчивую работу компрессора, сопровождающуюся интенсивной вибрацией всей ГТУ.

*Базовые турбины* – турбины, служащие для покрытия базовой части графика электрической нагрузки. Они работают постоянно при номинальной нагрузке или близкой к ней.

*Барабан* – цилиндрический горизонтальный сосуд, находящийся под давлением, из нижней части которого вода поступает в трубную систему испарителя; из верхней части пар поступает в пароперегреватель.

*Барабанный котел* – котел, в котором образование пара и его отделение от воды происходит в барабане, из которого пар поступает в пароперегреватель, а затем в паровую турбину. Барабанные котлы могут использоваться только для докритических параметров пара.

*Бесканальная прокладка* – прокладка теплопровода сетевой воды, при которой его участки укладывают на специальные опоры непосредственно на дне вырытых грунтовых каналов, сваривают между собой стыки, защищают их от воздействия агрессивной среды и засыпают грунтом.

*Вал ротора турбины* – элемент ротора турбины, соединенный с дисками, на которых располагаются рабочие лопатки.

*Валопровод турбоагрегата* – система роторов турбины, электрогенератора и возбuditеля, соединенных муфтами в единый вращающийся узел.

*Вертикальные сетевые подогреватели (ПСВ)* – подогреватели сетевой воды с вертикально расположенной трубной системой в вертикальном цилиндрическом корпусе.

*Водогрейный котел* – котел для нагрева сетевой воды на районных тепловых станциях (РТС) для последующего направления в тепловую сеть для теплоснабжения жилых домов и предприятий.

*Водоподогревательная установка* – установка для непрерывного подогрева обратной сетевой воды на ТЭЦ паром из отборов теплофикационной паровой турбины типа Т, включающая паропроводы отбора, сетевые подогреватели, систему эвакуации конденсата греющего пара из подогревателей и подпиточную установку теплосети.

*Возбудитель* – электрическая машина, ротор которой соединен с ротором электрогенератора, служащая для питания его роторных обмоток, создания вращающегося электромагнитного поля и генерации тока в обмотках статора электрогенератора.

*Воздухоохладитель* – часть трубного пучка теплообменной поверхности конденсатора и сетевого подогревателя, служащая для максимального охлаждения паровоздушной смеси перед ее отсосом эжектором из парового пространства теплообменника.

*Воздухоподогреватель* – теплообменник котла, служащий для утилизации теплоты уходящих газов и нагрева воздуха, подаваемого в топку.

*Воздушный компрессор* – турбомашина, обеспечивающая сжатие атмосферного воздуха перед его подачей в камеру сгорания ГТУ.

*Вспомогательные турбины* – турбины, служащие для обеспечения технологического процесса производства электроэнергии на ТЭС – обычно для привода питательных насосов и воздуходувок котлов.

*Выносная камера сгорания* – камера, выполненная в отдельном корпусе и присоединенная к компрессору и газовой турбине отдельными патрубками.

*Горизонтальный сетевой подогреватель (ПСГ)* – подогреватель сетевой воды, трубная система которого расположена горизонтально.

*Городское централизованное теплоснабжение* – снабжение от одного теплоисточника города.

*Градирня* – строительное сооружение в виде вытяжной башни, обеспечивающей тягу воздушной массы. Внутри башни с помощью разбрызгивающих устройств распыляется нагретая в конденсаторе охлаждающая вода. За счет ее испарения в количестве примерно 1% происходит охлаждение воды, и она снова циркуляционными насосами подается в конденсатор.

*Групповое централизованное теплоснабжение* – снабжение группы зданий от одной котельной установки тепловой мощностью 1-10 Гкал/ч.

*Двухвальная турбина* – турбина, состоящая из двух турбин, каждая со своим валопроводом и электрогенератором, связанных только потоком пара, который последовательно проходит через них.

*Деаэратор* – основной элемент деаэрационной установки, служащий для удаления газов, растворенных в конденсате, вызывающих коррозию конденсатно-питательного тракта и внутренних поверхностей нагрева котла.

*Децентрализованная система теплоснабжения* – теплоснабжение, при котором источник тепла и теплоприемник практически совмещены, т.е. тепловая сеть либо отсутствует, либо очень коротка.

*Диск ротора турбины* – элемент ротора турбины, соединяемый с валом ротора, на котором устанавливаются рабочие лопатки.

*Дымовая труба* – вертикальный канал, служащий для рассеивания вредных продуктов сгорания и других выбросов, содержащихся в уходящих газах котлов и ГТУ, в атмосфере на возможно большей площади.

*Дымосос* – вытяжной вентилятор, служащий для создания разрежения в топке котла.

*Капитальный ремонт (КР)* – это ремонт, осуществляемый с целью устранения неисправности и полного (или близкого к полному) восстановления ресурса оборудования или сети с восстановлением или заменой изношенных деталей, базовых элементов и т.п. Производится регулировка, наладка, испытание в соответствии с действующими правилами.

*Квартальное централизованное теплоснабжение* – снабжение городского квартала от одной водогрейной котельной установки тепловой мощностью 10-50 ГВт/ч.

*Конденсатный насос* – насос, откачивающий конденсат из конденсатора, подавая его через систему регенеративных подогревателей в деаэратор.

*Конденсатор* – теплообменный аппарат, основной элемент конденсационной установки, служащей для конденсации пара, отработавшего в турбине, при низком давлении, составляющем 3-8 кПа.

*Котел* – совокупность устройств, обеспечивающих образование пара или горячей воды путем подвода к ним тепловой энергии от сжигаемого топлива. Различают котлы энергетические и водогрейные, барабанные и прямоточные.

*Котельная установка* – совокупность котла и вспомогательных устройств, обеспечивающих получение пара высоких параметров на ТЭС.

*Машинный зал* – помещение главного корпуса ТЭС для размещения турбоагрегатов.

*Муфта* – узел, обеспечивающий соединение соседних роторов и передающий мощность с одного ротора на другой.

*Паровая турбина* – энергетическая турбомашина, элемент парового турбоагрегата, преобразующий потенциальную энергию пара высоких параметров в механическую энергию вращения ее ротора, приводящего электрогенератор.

*Парогенератор* – элемент двухконтурной АЭС, расположенный в реакторном отделении, в котором за счет теплоты горячего теплоносителя ядерного реактора (первого контура) происходит генерация пара во втором контуре для питания паровой турбины.

*Пароперегреватель* – трубная система энергетического котла или котла-утилизатора ПГУ, в которой пар нагревается сверх температуры насыщения с целью повышения КПД турбоустановки и снижения конечной влажности пара в паровой турбине.

*Питательный насос* – насос, служащий для создания давления перед котлом и, в конечном счете, начального давления пара перед турбиной. Различают питательные электронасосы (ПЭН) и питательные турбонасосы (ПТН).

*Промышленная турбина* – турбина, предназначенная для выработки электроэнергии и тепла на промышленной электростанции.

*Прямоточный котел* – котел, в котором питательная вода не циркулирует, а проходит через его поверхности нагрева только 1 раз, подвергаясь нагреву до температуры насыщения, испарению и перегреву.

*Пылеугольная ТЭС* – электростанция, работающая на угле и использующая традиционный способ его сжигания в факеле в пылевидном состоянии.

*Рабочая решетка* – совокупность вращающихся одинаковых рабочих лопаток, образующих каналы, в которых происходит поворот потока пара, поступающего из сопловой решетки, и преобразование кинетической энергии потока пара в механическую энергию вращения ротора турбины.

*Рабочие лопатки* – профилированные элементы, установленные на диске специальным образом и образующие рабочую решетку.

*Районная электростанция* – ТЭС общего пользования, обслуживающая все виды потребителей района.

*Районное централизованное теплоснабжение* – снабжение городского района от одного теплоисточника.

*Статор турбины* – неподвижная (невращающаяся) часть турбины, включающая корпус, обоймы, диафрагмы и корпуса подшипников с опорными и упорным вкладышами.

*Текущий ремонт (ТР)* – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса энергетического или технологического оборудования с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемый в объеме, установленном в нормативно-технической документации.

*Тепловая схема* – графическое изображение оборудования и паропроводов ТЭС.

*Тепловая электрическая станция* – промышленное предприятие, вырабатывающее тепло и электрическую энергию, используя энергию, заключенную в сжигаемом топливе.

*Теплопроводы* – трубопроводы прямой и обратной сетевой воды, расположенные вне ТЭЦ и РТС.

*Теплосеть* – система теплопроводов, насосных станций и теплообменных аппаратов, обеспечивающая непрерывную подачу тепловой энергии в виде горячей воды потребителям и ее возврат на ТЭЦ или РТС.

*Теплофикационные паровые турбины* – турбины, предназначенные для выработки тепловой и электрической энергии, имеющие для этих целей электрогенератор и один или несколько регулируемых отборов пара.

*Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ)* – энергетическое предприятие, служащее для выработки тепловой энергии в виде горячей сетевой воды или пара сниженных параметров и электроэнергии. На ТЭЦ осуществляется комбинированная выработка тепла и электрической энергии, обеспечивающей экономию топлива в пределах 15% по сравнению с отдельной выработкой на КЭС и РТС.

*Топка котла* – пространство в котле, где происходит горение факела топлива.

*Трансформатор* – электрическое устройство, служащее для повышения электрического напряжения, создаваемого электрогенератором, с целью уменьшения потерь электроэнергии в линиях электропередачи.

*Турбинное отделение* – отделение ТЭС, охватывающее паротурбинное оборудование.

*Турбоагрегат* – совокупность паровой турбины, электрогенератора и возбуждателя, объединенных одним валопроводом, обеспечивающая преобразование потенциальной энергии пара в электроэнергию.

*Турбоустановка* – последовательная совокупность паровой турбины, конденсатора, конденсатных насосов, ПНД, деаэратора, питательных насосов и ПВД, обеспечивающих преобразование потенциальной энергии пара, выходящего из котла, в механическую энергию вращения валопровода турбины и возвращение питательной воды в котел.

*Усталость металла* – явление разрушения материала под действием большого числа сравнительно небольших нагрузок, переменных во времени,



приводящих к появлению трещин и их росту до критического размера, после чего следует внезапное хрупкое разрушение.

*Физическое старение* – ухудшение показателей прочности деталей энергетического оборудования, вызванное его длительной работой при высокой температуре.

*Фундамент* – строительная рамная железобетонная конструкция, состоящая из верхней и нижней фундаментных плит колонн, служащая для размещения турбоагрегата, конденсатора и вспомогательного оборудования ТЭС.

*Централизованное теплоснабжение* – снабжение потребителей теплом от ТЭЦ или РТС и разветвленной теплосети.

*Циркуляционный насос* – насос, подающий охлаждающую воду в трубный пучок конденсатора турбины.

*Экономайзер* – элемент трубной системы энергетического котла или котла-утилизатора, в которых происходит предварительный нагрев питательной воды перед ее подачей в барабан (или деаэратор).

*Экраны* – система труб специальной конструкции, располагаемая по стенкам топки котла, внутри которых движется нагреваемое рабочее тело за счет лучистой энергии горящего факела топлива.

*Электрогенератор* – электрическая машина, преобразующая механическую энергию вращения ее ротора в электрический ток, подаваемый на трансформатор ТЭС.

*Энергетика* – совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования, распределения и использования энергетических ресурсов всех видов.

*Энергетический котел* – котел, вырабатывающий пар высоких параметров для последующего использования в паровой турбине. Различают котлы барабанные и прямоточные.

#### 4. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова, Н. А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования [Текст] : учеб. пособие для сред. проф. образования / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин ; под ред. Н. Ф. Котеленца. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2004. - 296 с. : ил.
2. Акимова, Н. А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования [Текст] : учеб. пособие для сред. проф. образования / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин ; под ред. Н. Ф. Котеленца. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2005. - 295 с. : ил.
3. Бастрон, А. В. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. В. Бастрон ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск : КрасГАУ, 2004. - 267 с. : ил.
4. Живов, М. С. Справочник молодого электроmontажника [Текст] : справ. пособие для проф.-техн. училищ / М. С. Живов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1990. - 207 с. : ил.
5. Зубенко, П. Н. Альбом рабочих чертежей слесарно-монтажного и зажимного инструмента [Текст] / П. Н. Зубенко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1991. - 255 с. : ил.
6. Костин, В. Н. Монтаж, эксплуатация оборудования и систем электроснабжения [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Н. Костин, Н. П. Коренев, А. Г. Черных ; Ангар. гос. техн. акад. - Ангарск : АГТА, 2005. - 202 с. : ил.
7. Махутов, А. А. Специальные приспособления и измерительные инструменты для монтажных работ [Текст] : лаб. практикум по дисциплине "Монтаж, эксплуатация и ремонт технол. оборудования" / А. А. Махутов ; Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского. - Иркутск : Изд-во ИрГАУ им. А. А. Ежевского, 2015. - 10 с. : ил.
8. Министерство энергетики российской федерации приказ от 13 января 2003 года № 6 Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [Электронный ресурс] / <http://docs.cntd.ru/document/901839683>
9. Министерство энергетики российской федерации приказ от 24 марта 2003 года № 6 Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок [Электронный ресурс] / <http://docs.cntd.ru/document/901856779>
10. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного и бытового электрооборудования [Текст] : практ. пособие для электромонтера / сост. Е. М. Костенко. - М. : ЭНАС, 2005. - 321 с. : ил.
11. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования [Текст] : учеб. для вузов / А. Н. Батищев [и др.] ; под ред. А. Н. Батищева. - М. : КолосС, 2007. - 424 с. : ил.
12. Научно-технический словарь: [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://tplusgroup.ru>

13. Нестеренко, В. М. Технология электромонтажных работ [Текст] : учеб. пособие для нач. проф. образования / В. М. Нестеренко, А. М. Мысьянов. - М. : Академия, 2004. - 590 с. : ил.
14. Основы современной энергетики: [Электронный ресурс]/ Учебник для вузов. В двух частях. Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. — 2-е изд., перераб. и доп.— М. Издательство МЭИ. 2003. - Режим доступа: <http://nt-mpei.ru/biblio/osnovy-sovremennoy-energetiki-1/>
15. Пантелеев, Е. Г. Монтаж и ремонт кабельных линий [Текст] : справ. электромонтажника / Е. Г. Пантелеев ; под ред. А. Д. Смирнова, Б. А. Соколова, А. Н. Трифонова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 287 с.
16. Пястолов, А. А. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования [Текст] : учеб. пособие для студентов высш. с.-х. учеб. заведений по спец. 1510 - "Электрификация сел. хоз-ва" / А. А. Пястолов, А. А. Мешков, А. Л. Вахрамеев. - М. : Колос, 1981. - 335 с.
17. Сибикин, Ю. Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок [Текст] : учеб. пособие для начальных проф. учеб. заведений / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - М. : Высш. шк., 2003. - 461 с.
18. Соколов, Б. А. Монтаж электрических установок [Текст] / Б. А. Соколов, Н. Б. Соколова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1991. - 592 с. : ил.
19. Сыркин, В. А. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации. Ч. I [Текст] : методические указания для выполнения лабораторных работ / В. А. Сыркин. - Самара : РИЦ СГСХА, 2014. - 57 с. . - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/330181>
20. Устройство, ремонт и обслуживание электрооборудования в сельскохозяйственном производстве [Текст] : учеб. для начального проф. образования / А. П. Коломиец [и др.]. - М. : Академия, 2003. - 368 с. : ил.
21. Юнусов, Г. С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования: [Электронный ресурс] / Губейдулла Сибятуллович. Юнусов, А. В. Михеев, М. М. Ахмадеева. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2011. - 155 с. : ил., табл. ; 21 см - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2031](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2031)
22. Юнусов, Г. С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования [Электронный ресурс] / Губейдулла Сибятуллович. Юнусов, А. В. Михеев, М. М. Ахмадеева. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2011. - 155 с. : ил., табл. ; 21 см - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2043](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2043)

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Методические указания по изучению дисциплины.....	3
1.1	Цель и задачи курса.....	3
1.2	Программа дисциплины, методические указания и задания по выполнению контрольной работы .....	3
1.3	Рекомендуемая литература .....	4
2.	Методические указания для подготовки к зачёту.....	5
2.1	Темы лекций .....	5
2.2	Общие указания по выполнению поверочного задания для студентов очной обучения .....	5
2.3	Общие указания по выполнению контрольной работы для студентов заочного обучения .....	7
3.	Глоссарий.....	12
4.	Список используемой литературы.....	18

Федотов Виктор Анатольевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения практических и контрольных работ по дисциплине  
«Монтаж энергетического оборудования» студентами очной/заочной формы  
обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и  
теплотехника (квалификация (степень) «бакалавр»)  
Профиль: «Энергообеспечение предприятий»

Лицензия на издательскую деятельность

ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Подписано в печать \_\_\_\_\_ 2021 г.

Тираж 100 экз.

Издательство Иркутского государственного  
аграрного университета им. А.А. Ежевского  
664038, Иркутская обл., Иркутский район  
пос. Молодёжный