

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта -
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»
(УУКЖТ ИрГУПС)



М.А. Тюпова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

по выполнению контрольных работ

профессионального модуля ПМ.02 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ

МДК.02.03 РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

для специальности

13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Базовая подготовка

среднего профессионального образования

Заочная форма обучения на базе среднего общего образования

Улан-Удэ - 2021

УДК 621.311

ББК 39.217

Т-98

Тюпова М.А.

Т-98 МДК. ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей МДК.02.03 Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения Устройство и эксплуатация систем релейной защиты и автоматизированных систем управления: методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения для специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям). Методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей для специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

УДК 621.311
ББК 39.217

Рассмотрено на заседании ЦМК протокол №7 от 17.06.21 и одобрено на заседании Методического совета колледжа протокол № от 19.06.2021

© Тюпова М.А., 2021

©УУКЖТ ИРГУПС, 2021

Введение

Методические указания и контрольные задания (далее – методические указания) разработаны в соответствии с рекомендациями по разработке и предназначены для студентов заочной формы обучения по специальности 13.02.07 при освоении программы ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей МДК 02.03 Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения Устройство и эксплуатация систем релейной защиты и автоматизированных систем управления

В результате изучения профессионального модуля студент должен:
иметь практический опыт:

- составлении электрических схем устройств электрических подстанций и сетей;
 - модернизации схем электрических устройств подстанций;
 - технического обслуживания трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
 - обслуживании оборудования распределительных устройств электроустановок;
 - эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи;
 - применении инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов;
- уметь:
 - разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей;
 - вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств;
 - обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
 - обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок;
 - контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию;
 - использовать нормативную техническую документацию и инструкции;
 - выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование;
 - оформлять отчеты о проделанной работе;
 - знать:
 - устройство оборудования электроустановок;
 - условные графические обозначения элементов электрических схем;
 - логику построения схем,
 - типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок;

- виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей;
- виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств;
- эксплуатационно-технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию;
- основные положения правил технической эксплуатации электроустановок;
- виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения;

В результате изучения междисциплинарного курса профессионального модуля формируются следующие компетенции:

Код	Наименование результата обучения
ПК 2.1	Планировать и организовывать работу по ремонту оборудования
ПК 2.2	Находить и устранять повреждения оборудования
ПК 2.3	Выполнять работы по ремонту устройств электроснабжения
ПК 2.4	Оценивать затраты на выполнение работ по ремонту устройств электроснабжения
ПК 2.5	Выполнять проверку и анализ состояния устройств и приборов, используемых при ремонте и наладке оборудования
ПК 2.6	Производить настройку и регулировку устройств и приборов для ремонта оборудования электрических установок и сетей
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3	Принимать решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

Методические указания также предназначены преподавателям для организации учебного процесса по дисциплине в целом, подготовки к проведению аудиторных занятий, выполнения контрольной работы и ее проверки. Данный сборник методических указаний оказывает студентам помощь в организации самостоятельной работы по изучению учебного материала дисциплины и содержит тематический план, рабочую программу учебной дисциплины.

По завершении освоения программы МДК 02.03 предусматривается дифференцированный зачет.

Тематический план

Наименование разделов и тем	Количество аудиторных часов при очной форме обучения	
	всего	в том числе практические занятия
МДК 03.02. Аппаратура для ремонта и наладки устройств электроснабжения	66	4
Раздел 1 Тема 2.1. Комплектные устройства для наладочных работ	5	2
Раздел 2 Тема 2.2. Приборы для наладочных работ	5	2
всего	14	4

Релейная защита оборудования электроустановок

Студент должен:

знать релейную аппаратуру, конструкцию и принцип работы реле; виды защит линии электропередач, схемы и принцип действия; виды защит силовых трансформаторов, схемы и принцип их действия; микропроцессорные защиты.

Содержание учебного материала

Релейная аппаратура. Требования к ней, конструкция и принцип работы реле. Релейная защита линий электропередачи. Виды защит, их назначение, схемы и принцип действия. Релейная защита силовых трансформаторов. Виды защит, их назначение, схемы и принцип действия. Микропроцессорные защиты. Структура, принцип действия, основные функции

Методические указания

Данную тему рекомендовано изучать по учебнику [1] Фигурнов, с. 373-374, 392-398

Вопросы для самоконтроля

- 1 Назовите назначение релейной защиты;
- 2 Перечислите основные виды релейной защиты;
- 3 Поясните конструкцию и принцип работы реле;
- 4 Назовите виды защит линии электропередач;
- 5 Перечислите виды защит силовых трансформаторов;
- 6 Назовите основные функции микропроцессорной защиты

Тема Автоматика устройств электроснабжения

Студент должен:

знать принципы управления устройствами электроснабжения; схемы и принцип действия автоматики питающих линий; схемы и принцип действия автоматики трансформаторов.

Содержание учебного материала

Принципы управления электроснабжением. Автоматика питающих линий. Автоматика трансформаторов. Общеподстанционная автоматика.

Методические указания

Данную тему рекомендовано изучать по учебнику [1] Фигурнов, с. 373-374, 392-398

Вопросы для самоконтроля

- 1 Назовите принципы управления устройствами электроснабжения;
- 2 Перечислите основные требования, предъявляемые к АПВ;
- 3 Поясните автоматику фидеров 6-10 кВ;;
- 4 Поясните схему АПВ с двухсторонним питанием;
- 5 Перечислите основные требования, предъявляемые к АВР;
- 6 Поясните схему АВР питающей линии;
- 7 Перечислите виды защит силовых трансформаторов;
- 8 Назовите основные функции микропроцессорной защиты

Тема Техническое обслуживание устройств релейной защиты и автоматики

Студент должен:

знать виды профилактического контроля устройств релейной защиты и автоматики. Особенности технического обслуживания микропроцессорных комплексов релейной защиты.

Содержание учебного материала

Профилактический контроль устройств релейной защиты и автоматики. Состав работ. Заполнение отчетной документации. Особенности технического обслуживания микропроцессорных комплексов релейной защиты.

Методические указания

Данную тему рекомендовано изучать по учебнику [1] Фигурнов, с. 373-374, 392-398

Вопросы для самоконтроля

- 1 Перечислите виды профилактического контроля устройств релейной защиты и автоматики;
 - 2 В чем заключается виды контроля;
 - 3 Назовите особенности технического обслуживания микропроцессорных комплексов релейной защиты
- Студент должен:*
знать виды профилактического контроля устройств релейной защиты и автоматики;
уметь производить проверку работы технического обслуживания микропроцессорных комплексов релейной защиты

Тема Автоматизация систем управления

Студент должен:

знать. способы управления и передачи информации. Принципы построения устройств телемеханики. Аппаратуру автоматизированных систем управления на диспетчерских пунктах. Аппаратура автоматизированных систем управления на контролируемых пунктах.

Содержание учебного материала

Автоматизация работы систем электроснабжения. Способы управления и передачи информации. Принципы построения устройств телемеханики. Аппаратура автоматизированных систем управления на диспетчерских пунктах. Работа в режимах телеуправления и телеконтроля. Аппаратура автоматизированных систем управления на контролируемых пунктах. Работа в режимах телеконтроля и телеуправления.

Методические указания

Данную тему рекомендовано изучать по учебнику [1] Фигурнов, с. 373-374, 392-398

Вопросы для самоконтроля

- 1 Перечислите способы управления и передачи информации;
- 2 В чем заключается принципы построения устройств телемеханики;
- 3 Назовите аппаратуру автоматизированных систем управления на диспетчерских пунктах;
- 4 Назовите аппаратуру автоматизированных систем управления на контролируемых пунктах

Студент должен:

знать способы управления и передачи информации
уметь производить проверку аппаратуры автоматизированных систем управления

Тема 5.5 Техническое обслуживание автоматизированных систем управления

Студент должен:

знать: требования, предъявляемые к выполнению работ по техническому обслуживанию аппаратуры автоматизированных систем управления. Виды и периодичность технического обслуживания аппаратуры автоматизированных систем управления.

Содержание учебного материала

Требования к выполнению работ по техническому обслуживанию аппаратуры автоматизированных систем управления. Виды и периодичность технического обслуживания аппаратуры автоматизированных систем управления. Технические осмотры и опробования. Состав работ. Заполнение отчетной документации. Профилактический контроль аппаратуры автоматизированных систем управления. Состав работ. Заполнение отчетной документации. Особенности технического обслуживания микропроцессорных автоматизированных систем управления.

Методические указания

Данную тему рекомендовано изучать по учебнику [1] Фигурнов, с. 373-374, 392-398

Вопросы для самоконтроля

- 1 Перечислите способы управления и передачи информации;
- 2 В чем заключается принципы построения устройств телемеханики;

3 Назовите аппаратуру автоматизированных систем управления на диспетчерских пунктах;

4 Назовите аппаратуру автоматизированных систем управления на контролируемых пунктах

Студент должен:

знать способы управления и передачи информации

уметь производить проверку аппаратуры автоматизированных систем управления

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Номер варианта определяется двумя последними цифрами шифра студента по таблице 1.

Таблица 1 - Варианты контрольных работ

Две последние цифры шифра	Вариант	Номера вопросов	Две последние цифры шифра	Вариант	Номера вопросов
01 51	1	1 26 51	26 76	26	1 26 51
02 52	2	2 27 52	27 77	27	2 27 52
03 53	3	3 28 53	28 78	28	3 28 53
04 54	4	4 29 54	29 79	29	4 29 54
05 55	5	5 30 55	30 80	30	5 30 55
06 56	6	6 31 56	31 81	31	6 31 56
07 57	7	7 32 57	32 82	32	7 32 57
08 58	8	8 33 58	33 83	33	8 33 58
09 59	9	9 34 59	34 84	34	9 34 59
10 60	10	10 35 60	35 85	35	10 35 60
11 61	11	11 36 61	36 86	36	11 36 61
12 62	12	12 37 62	37 87	37	12 37 62
13 63	13	13 38 63	38 88	38	13 38 63
14 64	14	14 39 64	39 89	39	14 39 64
15 65	15	15 40 65	40 90	40	15 40 65
16 66	16	16 41 66	41 91	41	16 41 66
17 67	17	17 42 67	42 92	42	17 42 67
18 68	18	18 43 68	43 93	43	18 43 68
19 69	19	19 44 69	44 94	44	19 44 69
20 70	20	20 45 70	45 95	45	20 45 70
21 71	21	21 46 71	46 96	46	21 46 71
22 72	22	22 47 72	47 97	47	22 47 72
23 73	23	23 48 73	48 98	48	23 48 73
24 74	24	24 49 74	49 99	49	24 49 74
25 75	25	25 50 75	50 00	50	25 50 75

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

- 1 Поясните назначение и структурную схему релейной защиты
- 2 Перечислите основные виды релейной защиты
- 3 Перечислите основные требования, предъявляемые к релейной защите
- 4 Классификация реле
- 5 Электромагнитные реле
- 6 Реле тока
- 7 Реле напряжения
- 8 Промежуточное реле
- 9 Реле времени
- 10 Индукционные реле
- 11 Указательные реле
- 12 Полупроводниковые реле (тока) напряжения
- 13 Статическое реле тока РСТ-13
- 14 Полупроводниковые реле времени
- 15 Начертите и поясните схему реле РП-18
- 16 Индукционное реле направления мощности
- 17 Реле с импульсной схемой сравнения
- 18 Схема реле напряжения мощности РМ
- 19 Полупроводниковое реле сопротивления
- 20 Основные понятия о микропроцессорных защитах
- 21 Принципы построения микропроцессорной защиты
- 22 Защита электрических сетей
- 23 Максимальная токовая защита (МТЗ)
- 24 Токовая отсечка (ТО)
- 25 Токовая направленная защита

- 26 Дистанционная защита
- 27 Продольная дифференциальная защита линии
- 28 Поперечная дифференциальная защита линии
- 29 Высокочастотная защита линии
- 30 Трехступенчатая защита от однофазных КЗ
- 31 Однофазное замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью
- 32 основные виды защит от однофазных замыканий на землю
- 33 Высокочастотные защиты
- 34 Виды повреждений трансформаторов
- 35 ТО трансформатора
- 36 МТЗ трансформатора
- 37 Газовая защита трансформатора
- 38 Схема дифференциальной защиты трансформатора
- 39 Схема дифференциальной защиты трансформатора с реле РНТ-565
- 40 Схема дифференциальной защиты трансформатора с реле ДЗТ
- 41 Особенности защиты трансформаторов
- 42 Схема дифференциальной токовой защиты шин
- 43 Защита секционных выключателей
- 44 Защита линий 6-220 кВ
- 45 Защита линии 6, 10 и 35 кВ
- 46 Защита линий ПР и ДПР
- 47 Защита линий продольного электроснабжения и ВЛСЦБ 6-10 кВ
- 48 Защита установки поперечной емкостной компенсации
- 49 Защита от межвиткового замыкания
- 50 Защита установки продольной емкостной компенсации
- 51 Защита преобразовательных агрегатов
- 52 Защита РУ переменного тока от замыканий на землю

- 53 Виды и периодичность ТО устройств релейной защиты
- 54 Средства технического обслуживания устройств релейной защиты
- 55 Автоматический контроль технического состояния защит
- 56 Устройство АПВ
- 57 Схема АПВ фидера 6-10 кВ
- 58 АПВ линии с двухсторонним питанием
- 59 Устройство АПВ на переменном оперативном токе
- 60 Устройство АВР питающей линии
- 61 Устройство АПВ и АВР линии СЦБ
- 62 АВР секционного выключателя на переменном оперативном токе
- 63 Автоматика обдува понижающего трансформатора
- 64 Автоматика регулирования напряжения на тяговой подстанции
- 65 Автоматика включения резервного трансформатора
- 66 Защита и автоматика понижающего трансформатора (оперативное включение и отключение)
- 67 Защита и автоматика понижающего трансформатора (автоматическое включение резервного трансформатора)
- 68 Защита и автоматика понижающего трансформатора. Автоматическое включение и отключение секционного выключателя
- 69 Защита и автоматика трансформатора собственных нужд (оперативное включение и отключение ТСН)
- 70 Защита и автоматика трансформатора собственных нужд. Автоматическое включение резервного ТСН и отключение ТСН
- 71 Автоматика трансформатора напряжения
- 72 Автоматика преобразователя тяговых подстанций (автоматическое включение и включение по ТУ)
- 73 Автоматика преобразователя тяговых подстанций (автоматическое отключение и отключение по ТУ)
- 74 Автоматика преобразователя тяговых подстанций (оперативное включение и отключение)
- 75 Автоматика преобразователя тяговых подстанций (автоматическое отключение преобразователя от защит)

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №2

1 Поясните принципы управления автоматизированными системами управления. Объясните способы управления, используемые в автоматизированных системах.

2 Опишите объекты управления автоматизированных систем управления. Поясните задачи управления техническими объектами.

3 Дайте основные понятия и определения автоматизированных систем. Начертите и поясните структурную схему передачи информации.

4 Объясните принципы образования числового кода. Объясните назначение кодирования в системах автоматики и телемеханики, какие преимущества и недостатки имеют место при передаче информации с помощью кодированной серии сигналов.

5. Поясните назначение устройств автоматики фидеров контактной сети.

6. Начертите и поясните схему автоматики фидеров контактной сети переменного тока.

7. Изобразите и поясните структурную схему телеблокировки выключателей контактной сети.

8. Начертите схему испытателя коротких замыканий (ИКЗ) и поясните принцип работы.

9. Начертите схему бесконтактной фидерной автоматики типа БФАК-81. Поясните автоматическое отключение выключателя фидера при коротком замыкании, оперативное включение выключателя фидера, отключение выключателей при перегрузке.

10. Изобразите схему управления фидером контактной сети постоянного тока. Поясните оперативное включение и выключение выключателей фидера, автоматическое отключение выключателей при перегрузке и при коротком замыкании.

11. Начертите и поясните схему автоматики поста секционирования постоянного тока.

12. Изобразите и поясните автоматику пунктов параллельного соединения (ППС) постоянного тока.

13. Изобразите и поясните схему управления разъединителем на ППС постоянного тока.

14. Начертите и поясните схему вторичной коммутации выключателя ППС постоянного тока.

15. Начертите и поясните схему пункта параллельного соединения (ППС) переменного тока.

16. Начертите и поясните схему управления разъединителем на ППС переменного тока.
17. Начертите и поясните схему вторичной коммутации выключателя ППС переменного тока.
18. Поясните, как определяют места повреждения контактной сети и высоковольтных линий автоблокировки. Опишите устройство для определения расстояния до точки короткого замыкания (к.з).
19. Начертите и поясните автоматическое включение и отключение, а также включение и отключение по телеуправлению преобразователя тяговой подстанции постоянного тока.
20. Начертите и поясните автоматическое отключение преобразователя тяговой подстанции постоянного тока от защит, автоматическое включение и отключение резерва (АВОР) преобразователя тяговой подстанции постоянного тока.
21. Начертите и поясните автоматическое включение резерва (АВР) преобразователя тяговой подстанции постоянного тока.
22. Начертите и поясните схему автоматической общеподстанционной сигнализации.
23. Изобразите и поясните структурную схему устройства телеавтоматического регулирования напряжения в тяговой сети.
24. Дайте понятие телемеханических устройств. Виды устройств телеуправления, телесигнализации и телеизмерения, их назначение и классификация.
25. Изобразите и поясните структурные схемы линий связи телемеханических систем.
26. Поясните электрическое разделение сигналов, при котором каждый элемент кодовой комбинации передается по своей паре проводов.
27. Как осуществляется частотное разделение сигналов при передаче по линии связи.
28. Поясните временное разделение сигналов при передаче информации в устройствах телемеханики.
29. Изобразите и поясните прямое избирание объектов телемеханики.
30. Поясните групповой метод избирания.
31. Как осуществляется кодовое избирание объектов телемеханики.
32. Изобразите и поясните метод синхронизации распределителей от общей питающей сети.
33. Поясните метод циклической синхронизации распределителей.
34. Изобразите и поясните метод тактовой синхронизации распределителей.
35. Как осуществляются принципы построения устройств телеизмерения.
36. Дайте классификацию систем телеизмерения. Поясните кодовые системы телеизмерения.

37. Изобразите и поясните структурные схемы передающего и приемного устройства телеизмерения.
38. Основные сведения о системах телемеханики «Лисна».
39. Опишите, как осуществляется телемеханизация систем электроснабжения.
40. Изобразите и поясните структурную схему подсистемы «Лисна-Ч».
41. Изобразите и поясните структурную схему подсистемы «Лисна-В».
42. Поясните кодовую серию импульсов телеуправления системы «Лисна-Ч».
43. Поясните кодовую серию импульсов телесигнализации системы «Лисна-В».
44. Начертите и поясните структурную схему передающего устройство телесигнализации системы «Лисна-Ч».
45. Начертите и поясните структурную схему приемного устройства телесигнализации системы «Лисна-Ч».
46. Начертите и поясните структурную схему передающего устройства телеуправления системы «Лисна-Ч».
47. Начертите и поясните структурную схему приемного устройства телеуправления системы «Лисна-Ч».
48. Изобразите и поясните структурную схему подсистемы «Лисна-В». Изобразите кодовую серию импульсов телесигнализации и телеуправления системы.
49. Начертите и поясните структурную схему передающего комплекта телеуправления ТУ ДПР системы «Лисна-В».
50. Начертите и поясните структурную схему устройства КП системы «Лисна-В».
51. Начертите и поясните структурную схему приемного устройства телесигнализации ТС ДПР системы «Лисна-В».
52. Техническая характеристика системы телемеханики МСТ-95.
53. Начертите и поясните структурную схему передающего комплекта телесигнализации системы МСТ-95.
54. Начертите и поясните структурную схему приемного комплекта телесигнализации системы МСТ-95.
55. Начертите и поясните структурную схему передающего полукомплекта телеуправления МСТ-95.
56. Начертите и поясните структурную схему приемного полукомплекта телеуправления МСТ-95.
57. Опишите телемеханические каналы связи. Проводные линии связи.
58. Поясните разделение каналов связи.
59. Опишите каналы телемеханики по линиям электропередачи и распределительным силовым сетям.
60. Опишите включение аппаратуры телемеханики в линию связи.
61. Опишите аппаратуру каналов связи системы МСТ-95.

62. Напишите назначение электрических фильтров. Изобразите схемы и характеристики LC-фильтров.
63. Начертите и поясните схему LC-генератора.
64. Начертите и поясните схему RC-генератора.
65. Начертите и поясните принципиальную схему ЧМ-передатчика.
66. Начертите и поясните принципиальную схему ЧМ-приемника.
67. Опишите волоконно-оптические линии связи. Локальные вычислительные оптические сети (ЛВОС).
68. Опишите устройство и конструкцию волоконно-оптического кабеля. Как осуществляется распространение света по различным типам волокон.
69. Опишите кабельную арматуру и оборудование для волоконно-оптических линий связи.
70. Объясните назначение микропроцессоров в устройствах электроснабжения железных дорог. Вычислительный комплекс на базе мини-ЭВМ и комплекс ПЭВМ.
71. Опишите микропроцессорные информационно-управляющие системы на тяговых подстанциях.
72. Объясните автоматизацию работы энергодиспетчерских пунктов.
73. Дайте понятия надежности устройств автоматики и телемеханики. Изобразите временную диаграмму зависимости частоты появления отказов от времени. Поясните диаграмму соотношения времени наработки на отказ и восстановления двух элементов системы.
74. Поясните эффективность внедрения автоматизированных систем.
75. Поясните техническое обслуживание и текущий ремонт устройств автоматики и телемеханики.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Отвечая на вопросы 1-3 необходимо ознакомиться § 1.1, 1.3 / 1/.

Управление представляет собой процесс преобразования информации об объекте управления, в котором управляющая система воспринимает информацию об объекте управления, перерабатывает ее в соответствии с функцией управления, результатом чего является управляющее воздействие на объект управления. Основными принципами управления являются: поддержание или перевод объекта в требуемое состояние; информация об объекте управления; управляющее воздействие на объект управления; информация об объекте. По видам информации можно выделить способы управления автоматизированными системами: по следствию, по причине, комбинированный и прогнозирующий. По следствию, когда управляющая система реагирует на отклонение состояния объекта управления от заданного. По причине, когда управляющее воздействие вырабатывается только на основе информации о возмущающих воздействиях на объект управления при отсутствии обратной связи (принцип компенсации) и на основе информации, задаваемой системой управления в виде программы (принцип программного управления). Комбинированный, представляющий совокупность перечисленных выше способов управления, при этом управляющий орган должен иметь информацию, как о возмущающих воздействиях, так и о состоянии объекта. При прогнозирующем управлении измеряется информация о выходных параметрах объекта, воздействующих факторах окружающей среды и дополняется информацией о прошлых и возможных ситуациях.

В ответе необходимо выделить четыре основные задачи управления автоматизированными системами. К ним относятся: стабилизация, т.е. поддержание выходных параметров объекта управления в заданных пределах; выполнение программы, которое заключается в изменении выходных параметров объекта по ранее составленной программе. Слежения, которые возникают, если изменение выходных параметров объекта заранее известно; оптимизации, которые состоят в наилучшем выполнении поставленной цели управления при сложившейся ситуации. Объектом управления может быть человек или технические устройства – машины, аппараты, сложные установки и пункты, например, линии электропередачи, трансформаторы, подстанции и т.д. Технологические процессы и отдельные их параметры, например, процессы получения, преобразования, передачи и потребления электроэнергии; организации и предприятия- электростанции, дистанции электроснабжения и т.д. Различают простые и сложные объекты. Простые объекты имеют небольшое число выходных параметров и простые взаимосвязи между входами. К сложным объектам относятся объекты, имеющие большое количество выходных параметров и сложные взаимосвязи с выходами. Если объект сложен, то применяется принцип декомпозиции, т.е. расчленение объекта по определенному признаку- структурному, функциональному на более простые объекты, объединенные функциональными и управляющими связями.

Так, например, дистанция электроснабжения как сложный объект управления представляет совокупность более простых объектов - тяговые подстанции, линий электропередачи, трансформаторов.

Дайте основные понятия сообщения, сигнала, помехи, канала связи. Изобразите структурную схему передачи информации, которая состоит из источника сообщения, кодирующего устройства, передатчика-модулятора, линии связи, приемника-демодулятора, декодирующего устройства, получателя сообщения.

Отвечая на 4 вопрос необходимо изучить назначение кодирования и принципы образования некоторых кодов § 1.6 /1/.

Передача сообщения может выполняться как одиночным сигналом определенного качества, так и с помощью комбинации сигналов, т. е. кодированной серией импульсов. Одним из распространенных законов, по которым составляются комбинации сигналов, являются коды. Код – это закон или правило, по которому осуществляется кодирование, т.е. процесс преобразования дискретных сообщений в дискретные сигналы в виде кодовой комбинации. При этом наиболее часто используют двоичную систему счисления, когда любое число записывается с помощью 0 и 1. С помощью цифр записывается любое число. Место цифры в числе называют разрядом. Значение (вес) разряда определяется основанием m и порядковым номером разряда. При записи числа цифры располагаются справа налево - от низших разрядов к высшим. В десятичной системе первый разряд содержит единицы, второй – десятки, третий – сотни и т. д. В двоичной системе в первом разряде также содержатся единицы, во втором – двойки, в третьем – четверки и т.д. При передаче по каналу связи каждому символу соответствует свой сигнальный признак. При двоичном коде цифре 1 соответствует импульс, а цифре 0 пауза.

При ответе на вопросы 6-18 необходимо изучить тему: «Автоматика фидеров контактной сети постоянного и переменного тока» (глава 4, /1/). Ответ необходимо сопровождать схемой автоматики фидера, подробно пояснить автоматическое включение и отключение фидера, а также телеуправление фидеров контактной сети. Особое внимание уделите действию защит фидеров контактной сети, укажите цепи защит и цепи, сигнализирующие аварийное отключение фидера. Обратите внимание на автоматическое повторное включение фидеров контактной сети.

Фидеры контактной сети работают в более тяжелых условиях по сравнению с высоковольтными линиями электропередач условиях, определяемых специфическими режимами. Это проявляется, прежде всего, в повышенном числе отключений выключателей фидеров. Причинами отключений могут быть короткие замыкания и перегрузки, вызванные совпадением пуска нескольких поездов. Устойчивые короткие замыкания, возникающие вследствие повреждений контактной сети или подвижного состава, случаются сравнительно редко. Поэтому появляется возможность с помощью устройств АПВ быстро восстановить питание отключившегося участка контактной сети. Число повторных включений и

интервалы времени между ними зависят от ряда причин и определяются типом подвижного состава, профилем пути, типом фидерных выключателей.

Поэтому к устройствам АПВ предъявляются требования:

- схемы АПВ должны приходить в действие при автоматическом отключении выключателя, т.е. без вмешательства оперативного персонала;
- схемы АПВ не должны приходить в действие при оперативном отключении выключателя персоналом, а также при отключении выключателя релейной защитой сразу после его включения;
- схемы АПВ должны обеспечивать определенное количество повторных включений, т.е. действовать с заданной кратностью;
- время действия АПВ должно быть минимальным.
- схемы АПВ должны обеспечивать автоматический возврат в исходное положение и готовности к новому действию после включения выключателя.

Отвечая на вопросы с 19-24 необходимо изучить автоматику преобразователей и подстанционной сигнализации (глава 5 /1/). Отвечая на вопросы, начертите схемы автоматики преобразователей тяговых подстанций, автоматики общеподстанционной сигнализации, автоматического регулирования напряжения в тяговой сети. Обратите внимание на автоматическое включение и отключение преобразователя, оперативное включение и отключение выключателей при их ревизии и ремонте, автоматическое отключение преобразователя от защит, автоматическое включение и отключение резерва.

В системах электроснабжения потребителей источники питания резервируют. Различают нагруженный, ненагруженный и облегченный резервы. Нагруженный резерв имеет место при кольцевом двухстороннем питании электрических сетей и параллельной работе трансформаторов. Ненагруженный и облегченный резервы используют при одностороннем электроснабжении. Если резерв не нагружен, то один источник питания (рабочий) - нормально включен, а другой (резервный)-отключен. Такой способ резервирования иногда оказывается целесообразным, так как позволяет снизить токи короткого замыкания, потери мощности в трансформаторах при их недогрузке, упростить релейную защиту, создать необходимый режим по напряжению, перетоком мощности и т.д. При облегченном резерве оба источника включены, и нагрузка делится между ними примерно поровну; потребители подключены к двум секциям шин. В случае отключения одного из источников кратковременно теряется питание только некоторых потребителей, а после автоматического включения секционного выключателя электроснабжение восстанавливается, и все потребители получают энергию от одного источника. Если электроснабжение одностороннее, то аварийное отключение рабочего источника приводит к прекращению питания потребителей. Применение устройств автоматического включения резерва (АВР) позволяет сделать перерыв питания практически незаметным для потребителей. Устройства АВР должны удовлетворять следующим требованиям:

- схема АВР должна приводить в действие при исчезновении напряжения на шинах потребителя по любой причине;
- действие АВР должно быть однократным;

- схема АВР не должна приходить в действие до отключения выключателя рабочего источника питания;

- включение резервного источника выполняется лишь при наличии напряжения на нем.

Отвечая на вопросы с 25-38 необходимо изучить принципы построения устройств телемеханики (глава 6, /1/). Обратите внимание, что в электроустановках находят применение как местные, так и дистанционные методы управления контролируруемыми объектами.

Местное управление осуществляется либо вручную путем непосредственного воздействия на органы управления объектом или со щита управления электроустановки. Дистанционное управление осуществляется по линиям

связи. Но наиболее рационально использовать линии связи и одновременно обеспечивать надежную, быструю и точную передачу приказов осуществляется с помощью устройств телемеханики. При ответе дайте понятие устройствам телемеханики (устройства телеуправления, телесигнализации и телеизмерения). Приведите классификацию телемеханических систем по различным признакам. Основными методами разделения сигнала при передаче являются: электрический, при котором каждый элемент кодовой комбинации передается по своей паре проводов; частотный, при котором каждый элемент передается по своей частоте, отличной от других; временной, основанный на очередной передаче элементов сигнала в течение определенного периода времени.

При передаче информации в системе телемеханики конечной целью является объект, на который она передается. Метод выбора объекта влияет на приемопередающую аппаратуру устройств. Различают три основных метода: прямой, групповой (адресный) и кодового избирания. При прямом избирании сообщение передается одним элементом импульсной серии (импульсом или паузой). Групповой (адресный) метод избирания заключается в выборе объекта в несколько приемов, т.е. все сообщения делятся на группы. Кодовое избирание характеризуется тем, что каждое сообщение передается определенной кодовой комбинацией.

Особое внимание уделите устройствам телеизмерения, которые служат для контроля на расстоянии за параметрами контролируемых процессов: напряжения, тока и т.д. Особенностью телеизмерения является преобразование измеряемой величины в форму удобную для передачи сигнала. Системы телеизмерения делятся на системы интенсивности, которые используются в качестве переносчика информации постоянного тока. Модулируемой по амплитуде; частотные системы, в которых в качестве переносчика информации используются импульсы постоянного тока или переменного тока, причем частота импульсов или частота переменного тока зависит от значения контролируемой величины. Импульсные системы, в которых в качестве переносчиков информации используется периодическая последовательность импульсов; кодовые системы, которые характеризуются тем, что измеряемая величина преобразуется и передается по каналу связи в виде цифрового кода, т.е. определенной комбинации импульсов.

При ответе изобразите и поясните структурную схему приемного и передающего устройства телеизмерения.

При ответе на вопросы 38-57 необходимо изучить системы телемеханики в устройствах электроснабжения (глава 7, /1/).

Оперативное руководство работой устройств электроснабжения на электрифицированных железных дорогах осуществляет энергодиспетчер. Система оперативного управления электрифицированными участками автоматизирована. Важнейшим звеном системы являются устройства телемеханики.

С их помощью энергодиспетчер осуществляет оперативное управление тяговыми подстанциями, постами секционирования, разъединителями контактной сети, линий продольного электроснабжения и высоковольтных линий СЦБ. Устройства телеуправления позволяют обеспечить квалифицированное руководство действиями эксплуатационного персонала и повысить производительность труда за счет ускорения переключения схем питания при профилактических и ремонтно-восстановительных работах. При этом отпадает необходимость в значительной части персонала, осуществляющего дежурство на подстанциях или выполняющих переключения на контактной сети. Кроме того, оказывается возможным более полно реализовать пропускную способность электрифицированных железных дорог благодаря сокращению «окон», необходимых для профилактического обслуживания контактной сети, и более быстрому устранению возможных повреждений.

Электронная система телемеханики с частотным разделением каналов системы «Лисна-Ч». Рассмотрите техническую характеристику. Передающее устройство телесигнализации ТС-КП: структурную схему, назначение основных блоков, принцип работы передающего устройства телесигнализации ТС-КП. Приемное устройство телесигнализации ТС-ДП: структурную схему, назначение основных блоков, принцип работы приемного устройства телесигнализации ТС-ДП. Передающее устройство телеуправления ТУ-ДП: структурную схему, назначение основных блоков, принцип работы передающего устройства телеуправления ТУ-ДП. Приемное устройство телеуправления ТУ-КП: структурную схему, назначение основных блоков, принцип работы приемного устройства телеуправления ТУ-КП.

Электронная система с временным разделением каналов системы «Лисна-В». Рассмотреть техническую характеристику и особенности устройства. Передающее устройство телеуправления ТУДПР: структурную схему, назначение основных блоков, принцип работы передающего устройства телеуправления. Полукомплект контролируемого пункта ТУ-ТС: структурная схема совмещенного устройства ТУ-ТС, имеющее общие узлы в трактах ТУ и ТС, назначение основных блоков, принцип работы полукомплекта контролируемого пункта. Приемное устройство телесигнализации: структурная схема, назначение основных блоков, принцип работы приемного устройства телесигнализации.

Система телемеханики МСТ-95. Рассмотреть техническую характеристику системы телемеханики МСТ-95 выполненную на базе интегральных схем. Передающий комплект телесигнализации МСТ-95: структурная схема, назначение блоков, принцип работы передающего комплекта телесигнализации. Приемный

комплект телесигнализации системы МСТ-95: структурная схема, назначение блоков, принцип работы приемного комплекта телесигнализации. Передающий комплект телеуправления системы МСТ-95: структурная схема, назначение блоков, принцип работы передающего комплекта телеуправления. Приемный комплект телеуправления системы МСТ-95: структурная схема, назначение блоков, принцип работы приемного комплекта телеуправления.

Отвечая на вопросы с 57-70 необходимо изучить телемеханические каналы связи и их аппаратуру (глава 8, /1/).

Информация, используемая в системах управления устройствами электроснабжения, передается от источника информации до ее приемника по каналам связи. Каналом связи называется совокупность технических средств, предназначенных для независимой передачи сигнала на расстояние от источника информации до ее приемника. Каналы связи бывают:

- физические, образуемые по проводным линиям связи;
- искусственные, т.е. дополнительные каналы на занятых проводных линиях;
- частотные, которые образованы на выделенных или занятых проводных цепях;
- высокочастотные, передаваемые по проводным линиям;
- высокочастотные, передаваемые по проводам линий электропередач и силовым разветвленным сетям;
- радиорелейные, выделенные для телемеханики в радиорелейных линиях;
- радиоканалы.

Каналы связи являются ответственной частью системы управления, во многом определяющей надежность и точность передачи информации. Устройства телемеханической связи должны обеспечивать:

- бесперебойную и безотказную связь между пунктами передачи информации и приема информации;
- высокое качество передачи информации;
- постоянный контроль состояния передаваемой информации;
- готовность к работе в любой момент времени.

В системах управления используются электрические каналы связи, образуемые по кабельным и воздушным проводным линиям. Количество сообщений, которое может быть передано по проводным частотным каналам связи, ограничено рабочей полосой частот, используемых для передачи информации. Значительное расширение рабочей полосы частот становится возможным при использовании волоконно-оптических линий связи. Волоконно-оптическая связь имеет преимущества по сравнению с проводными линиями связи:

- большая пропускная способность;
- защищенность от внешних электромагнитных воздействий;
- отсутствие взаимных влияний между сигналами;
- малые потери энергии сигнала при его распространении;
- электробезопасность;
- экономичность и т.д.

Для передачи сигналов используется аппаратура каналов связи. При ответе необходимо изобразить схему аппаратуры каналов связи и пояснить принцип

работы устройства. Особое внимание уделите аппаратуре каналов связи системы МСТ-95.

При ответах на вопросы с 70-72 необходимо изучить управляющие системы в устройствах электроснабжения (глава 9, /1/).

Микропроцессоры, выполненные с использованием технологии изготовления интегральных микросхем с большой степенью интеграции, внесли в развитие вычислительной техники качественно новые свойства.

Микропроцессор, представляет единый электронный компонент, является сердцем вычислительной машины-ЭВМ. Благодаря последним достижениям в полупроводниковой технологии стало возможным размещать электронные схемы огромной сложности на очень маленькой площади с потреблением небольшой мощности и с низкими затратами на изготовление. Это привело к тому, что микро-ЭВМ начинают широко применяться в сферах управления производством, научными экспериментами, транспортными системами и др. Представляется предпочтительным использование микропроцессоров при построении систем управления и высокопроизводительных систем обработки данных, где требуется сотни, иногда и тысячи микропроцессоров. В микропроцессорных системах имеется возможность установить их непосредственно на обслуживаемых объектах, что приведет к более высокому быстродействию, экономичности и повышенной надежности систем.

Микропроцессорный комплект предназначен для контроля и управления режимами оборудования тяговых подстанций при обеспечении установленных требований по надежности электроснабжения, качеству энергии, сохранности оборудования и безопасности функционирования при максимальной экономичности.

Микропроцессорный комплекс необходим для сбора, первичной обработки, документации, отображения и передачи в энергодиспетчерский пункт информации о режиме, состоянии схемы и оборудования, оценка функционирования систем автоматики и телемеханики, хранение и предоставление инструктивной и нормативно-справочной информации.

На настоящем этапе развития микропроцессорных средств, структура комплекса на базе простейших микропроцессоров на тяговой подстанции, представляется следующей: система управления приемом электроэнергии, система управления преобразованием электроэнергии, система управления распределением электроэнергии для тяговых, нетяговых потребителей, собственных нужд с единой центральной управляющей системой и системой отображения, регистрации и связи.

Автоматизация процесса оперативного управления участком электроснабжения - сложная и актуальная задача. При этом будут достигнуты следующие цели: повысится надежность и оперативность управления, снизятся простой ремонтных бригад, сократятся задержки поездов, улучшатся технико-экономические показатели системы электроснабжения, повысится безопасность производства работ.

Комплекс технических средств управляющей оперативной системой должен содержать цифровую ЭВМ и специализированные устройства для ее связи с

существующими техническими системами, энергодиспетчером, поездным диспетчером и оперативно-ремонтным персоналом энергоучастка.

Электронные вычислительные машины (ЭВМ) предназначены для выполнения различных логических и арифметических операций. По характеру передаваемой информации они бывают аналоговые и цифровые. Аналоговые машины оперируют непрерывными сигналами и применяются редко. Цифровые машины оперируют дискретными сигналами. По назначению ЭВМ бывают: расчетные, предназначенные для выполнения трудоемких научных и инженерных расчетов; управляющие, предназначенные для управления реальными процессами; информационные, предназначенные для логической обработки потоков информации.

МикроЭВМ – это устройство, управляемое оператором, состоит из микропроцессора, полупроводниковой памяти, интерфейса ввода-вывода, пульта управления и источников питания, обобщенных общей конструкцией. МикроЭВМ выпускаются в следующих модификациях:

- встраемые, предназначенные для конструктивного встраивания и технологическое и другое оборудование в качестве сборочной единицы и не имеющие индивидуального пульта управления, источника питания декоративного оформления;

- портативные сервисные, имеющие небольшой дисплей и легко транспортируемые;

- настольные, состоящие из дисплея, пульта, малогабаритного устройства печати, памятью на гибких дисках;

- стойчные, которые содержат набор отдельных конструктивно законченных модулей: микрокомпьютер, экранный пульт, малогабаритное печатающее устройство, память на гибких дисках, функционально объединенных в целостную автономную систему.

При ответах на вопросы 72-76 необходимо изучить надежность, эффективность и техническое обслуживание автоматизированных систем управления (глава 10, /1/).

Аппаратура автоматики и телемеханики должна сохранять работоспособность в течение заданного срока службы. В процессе работы аппаратуры возникают отказы. Отказы могут быть устойчивыми и самоустраняющимися (сбоями). Значительная часть отказов появляется внезапно, хотя многие из них обусловлены постепенным, скрытым наблюдением изменением параметра элементов. Эксплуатационный персонал устраняет внезапные отказы по мере их появления, а постепенные – по регламенту технического обслуживания. Техническое обслуживание устройств автоматики и телемеханики выполняет персонал ремонтно-ревизионного участка. Отдельные устройства автоматики по местным условиям может обслуживать персонал дистанций электроснабжения. Линейную часть каналов связи обслуживает персонал дистанции сигнализации и связи, а аппаратуру – специальная группа ремонтно-ревизионного участка. Регламент технического обслуживания устройств автоматики телемеханики определен инструкцией по техническому обслуживанию: осмотр, текущий ремонт с частичной проверкой. Осмотр аппаратуры проводится

для оценки ее работоспособности, Его выполняет ремонтно-ревизионный персонал один раз в 3 месяца. Кроме того, для аппаратуры телемеханики предусмотрен ежедневный контроль исправности, при котором действие аппаратуры проверяют посылкой команды на каждый КП. Текущий ремонт с частичной проверкой осуществляют один раз в год. Он включает в себя тщательный осмотр всех элементов, проверку правильности действия приборов автоматического контроля и регулирования, состояние контактов реле, кратность повторных включений и действия блокировки. Текущий ремонт с полной проверкой проводят один раз в 3 года.

Он состоит в тщательной проверке и регулировке с замером всех основных параметров. Кроме того, проверяют надежность уплотнений в соединениях, крепление элементов, четкость срабатывания реле.

- 1 Расчет МТЗ и ТО линии электропередачи.
- 2 Расчет МТЗ и ТО силового трансформатора.
- 3 Исследование схемы и элементов автоматики трансформатора.
- 4 Обнаружение неисправностей в схеме автоматики трансформатора.
- 5 Проверка работы аппаратуры энергодиспетчерского пункта.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ ЗАЧЕТУ

1. Информация в системах управления электроснабжением железных дорог;
2. Кодирование. Виды кодов;
3. Назначение устройств автоматики контактной сети;
4. Устройство автоматики фидеров контактной сети переменного тока;
5. Телеблокировка выключателей контактной сети;
6. Испытание контактной сети постоянного тока до АПВ;
7. Устройство автоматики фидеров контактной сети постоянного тока;
8. Автоматика постов секционирования;
9. Автоматика пунктов параллельного соединения;
10. Определение места повреждения контактной сети и высоковольтных линий автоблокировки;
11. Автоматика преобразователей тяговых подстанций;
12. Автоматика общеподстанционной сигнализации;
13. Автоматическое регулирование напряжения в тяговой сети;
14. Общие сведения об устройствах телемеханики. Классификация телемеханических систем;
15. Разделение элементов сигнала при передаче;
16. Методы избирания объектов телемеханики;
17. Методы синхронизации распределителей;
18. Принципы построения устройств телеизмерения;
19. Телемеханизация системы электроснабжения;

20. Основные сведения о системе телемеханики «Лисна»;
21. Принципы построения ТУ и ТС подсистемы «Лисна-Ч»;
22. Передающее устройство телесигнализации системы «Лисна-Ч»;
23. Приемное устройство телесигнализации системы «Лисна-Ч»;
24. Передающее устройство телеуправления системы «Лисна-Ч»;
25. Приемное устройство телеуправления системы «Лисна-Ч»;
26. Принципы построения ТУ и ТС подсистемы «Лисна-В»;
27. Передающее устройство телеуправления системы «Лисна-В»;
28. Полукомплект контролируемого пункта ТУ и ТС системы «Лисна-В»;
29. Приемное устройство телесигнализации системы «Лисна-В»;
30. Техническая характеристика системы телемеханики МСТ-95;
31. Передающий комплект телесигнализации системы МСТ-95;
32. Приемный комплект телесигнализации системы МСТ-95;
33. Передающий полукомплект телеуправления системы МСТ-95;
34. Приемный полукомплект телеуправления системы МСТ-95;
35. Классификация каналов связи телемеханики;
36. Проводные линии связи;
37. Разделение каналов связи телемеханики;
38. Каналы телемеханики по линиям электропередачи и распределительным силовым сетям;
39. Включение аппаратуры телемеханики в линию связи;
40. Аппаратура каналов связи системы МСТ-95;
41. Электрические фильтры;
42. Генераторы гармонических колебаний;
43. Демодуляторы АМ- и ЧМ-сигналов;
44. Частотные приемники и передатчики системы «Лисна»;
45. Каналы телемеханики по радиорелейным линиям и радиоканалам;
46. Волоконно-оптические линии и сети связи;
47. Волоконно-оптические кабели;
48. Кабельная арматура и оборудование;
49. Микропроцессорные вычислительные машины;
50. Информационно-управляющие системы на тяговых подстанциях;
51. Автоматизация работы энергодиспетчерских пунктов;
52. Система автоматизированного учета электроэнергии;
53. Надежность устройств автоматики и телемеханики;
54. Эффективность внедрения автоматизированных систем и их обслуживания;
55. Техническое обслуживание и текущий ремонт устройств автоматики и телемеханики.

Используемые источники:

Основная литература

1. Капралова, М.А. Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения: учеб. пособие для студентов СПО / М.А. Капралова. — Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 110 с.- (Среднее профессиональное образование. Электроснабжение). — Текст: электронный // ЭБ «УМЦ ЖДТ»: сайт. — URL: <https://umczdt.ru/read/230296/?page=1> - Режим доступа: для авторизир. пользователей;
2. Капралова, М.А. Устройство и эксплуатация систем релейной защиты автоматизированных систем управления: учеб. пособие для студентов СПО / М.А. Капралова. — Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 87 с. - (Среднее профессиональное образование. Электроснабжение). — Текст: электронный // ЭБ «УМЦ ЖДТ»: сайт. — URL: <https://umczdt.ru/read/230295/?page=1> - Режим доступа: для авторизир. пользователей;
3. Киреева, Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебник для образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования по специальности "Электрические станции, сети и системы" / Э.А. Киреева; С.А. Цырук. - 4-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 288 с.: рис., табл. - (Профессиональное образование. Энергетика). - 2000 экз. - ISBN 978-5-4468-0830-4 (в пер.) - Текст: непосредственный;

Дополнительная литература

1. ПМ.02 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей. МДК.02.03 Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения. Устройство и эксплуатация систем релейной защиты и автоматизированных систем управления: методические указания по проведению практических занятий для специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) / Министерство транспорта РФ; Федеральное агентство железнодорожного транспорта; URL: <http://www.tigt.site/dnevnik/>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей;
2. Правила безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог ОАО «РЖД». Текст: электронный / утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 13.06.2017 № 1105/р - М.: ООО Центр Инноваций и развития «Техинформ», 2019. - 166 с. - Режим доступа: <http://www.tigt.site/dnevnik/> . - Режим доступа: для авторизир. пользователей;
3. Локомотив: ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал. - Москва: ОАО "Российские железные дороги", издается с января 1957 г. - (Москва). - Выходит ежемесячно. - ISSN 0869-814. - Текст: непосредственный;
4. Железные дороги мира: ежемесячный научно-технический журнал. —

Москва: ОАО "Российские железные дороги", издается с 1961 года - (Москва). - Выходит ежемесячно. - ISSN 0321-1495. - Текст: непосредственный;

5. Железнодорожный транспорт: ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал, 1826 - Москва: ОАО "Российские железные дороги", издается с 1826 г. - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4448. - Текст: непосредственный;

Интернет – ресурсы

1. Локомотив: ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал: сайт. - Москва: ОАО "Российские железные дороги", издается с января 1957 г. - (Москва). - Выходит ежемесячно. - ISSN 0869-8147. - URL: <http://lokom-info.ru/> - Текст: электронный;
2. Железнодорожный транспорт: ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал, 1826: сайт. - Москва: ОАО "Российские железные дороги", издается с 1826 г. - Журнал «Железнодорожный транспорт», 2021. - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4448.- URL: <http://www.zdt-magazine.ru> - Текст: электронный;
3. Железные дороги мира: ежемесячный научно-технический журнал: сайт. - Москва: ОАО "Российские железные дороги", издается с 1961 года - (Москва). - Выходит ежемесячно. - ISSN 0321-1495. - URL: : <http://www.zdt-magazine.ru>. - Текст: электронный