

Документы государственной архивной службы
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»
Информация о владельце:
ФИО: Комарова Светлана Юриевна
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 12.09.2024 09:52:22
Уникальный программный ключ:
170b62a2aaba69ca249560a5d2dfa2e1cb0409df5bae3e14ca423f54f1c8e833

Отделение СПО

ППССЗ по специальности – 35.02.08 – Электротехнические системы в агропромышленном комплексе (АПК)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

По освоению учебной дисциплины

ПМ.02 Энергоснабжение сельскохозяйственных предприятий

Обеспечивающая преподавание дисциплины подразделение - отделение СПО

Разработчики РПУД, преподаватель

Пожидаев В.А.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Материалы по теоретической части дисциплины	4
1.1. Информационное обеспечение обучения	4
1.2. Тематический план теоретического обучения	5
2. Материалы по лабораторным, практическим занятиям	5
2.1. Методические указания по выполнению лабораторных, практических работ по дисциплине	5
2.2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся	16
2.3. Написание конспектов по изучаемым темам	16
2.4. Методические указания по написанию курсового проекта по МДК 02.01 Монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций	18
3. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу	42
3.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины	42
3.2. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины	42
3.2.1. Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины	42
3.2.2. Шкала и критерии оценивания ответов на тестовые вопросы тестированию по итогам освоения дисциплины	42

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящего издания послужила Рабочая программа учебной дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты настоящего издания развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний до их переиздания в установленном порядке.

Уважаемые обучающиеся!

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями отделения среднего профессионального образования по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя это издание, Вы без дополнительных осложнений подойдете к семестровой аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

Материалы по теоретической части дисциплины

1.1. Информационное обеспечение обучения: Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет ресурсов, дополнительной литературы, справочные и дополнительные материалы по дисциплине

Основная литература

1. Щербаков Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление в сельском хозяйстве : учебное пособие / Е. Ф. Щербаков, Д. С. Александров, А. Л. Дубов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-3114-4. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130498> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 367 с. — ISBN 978-5-00091-612-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1922317> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Хорольский В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-16-014458-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1372885> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Малафеев С. И. Надежность электроснабжения : учебное пособие / С. И. Малафеев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-9036-3. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183737> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Немировский А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 176 с. - ISBN 978-5-9729-1361-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102081> — Режим доступа: для авториз. пользователей

Дополнительная литература

1. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / В.И. Бирюлин, А.Н. Горлов, Д.В. Куделина [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 197 с. — ISBN 978-5-16-015811-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1893861> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гордеев А. С. Энергетический менеджмент в сельском хозяйстве / А. С. Гордеев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 308 с. — ISBN 978-5-507-45422-8. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/269864> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Дубинский Г. Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением выше 1000 В : учебное пособие / Г. Н. Дубинский, Л. Г. Левин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. - 538 с. - ISBN 978-5-91359-140-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1227715> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кузнецов Ю. В. Энергосбережение в агропромышленном комплексе / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 328 с. — ISBN 978-5-507-45146-3. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292886> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Сибикин Ю. Д. Технология электромонтажных работ : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-00091-631-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1771886> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Энергоснабжение : учебное пособие / составитель М. А. Трофимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — пос. Караваево : КГСХА, 2021. — 107 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252221> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Шеховцов В. П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению : учебное пособие / В.П. Шеховцов. — 3-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-16-013424-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903149> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт: научно-практический журнал. – Москва. - ISSN 2074-9635. — Текст : непосредственный.

1.2. Тематический план теоретического обучения

МДК 02.01. Энергоснабжение предприятий АПК

Раздел 1. Энергоснабжение предприятий АПК

Тема 1.1. Сведения о производстве, передаче и распределении электрической энергии

Тема 1.2. Местные электрические сети

Тема 1.3. Расчет разомкнутых сетей

Тема 1.4. Расчет замкнутых сетей

Тема 1.5. Монтаж воздушных и кабельных линий электропередачи

Тема 1.6. Монтаж трансформаторных подстанций

Тема 1.7. Короткие замыкания в электрических установках

Тема 1.8. Основы релейной защиты и автоматики

МДК 02.02. Организация и планирование бесперебойного энергообеспечения предприятий АПК

Раздел 2. Организация и планирование бесперебойного энергообеспечения предприятий АПК

Тема 2.1. Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования электрических сетей

Тема 2.2. Эксплуатация силовых трансформаторов

Тема 2.3. Эксплуатация электрических распределительных устройств

Тема 2.4. Эксплуатация вторичных устройств

Тема 2.5. Эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередачи

Тема 2.6. Правила техники безопасности при эксплуатации систем электроснабжения сельскохозяйственных предприятий

2.Материалы по лабораторным занятиям

2.1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по проведению лабораторных и практических занятий по профессиональному модулю ПМ.02 Энергоснабжение сельскохозяйственных предприятий подготовлены для обучающихся специальности 35.02.08 Электротехнические системы в агропромышленном комплексе (АПК) на основе действующих общегосударственных нормативно-методических материалов.

Практические работы выполняются в лаборатории: «электроснабжения сельского хозяйства».

МДК 02.01. Энергоснабжение предприятий АПК

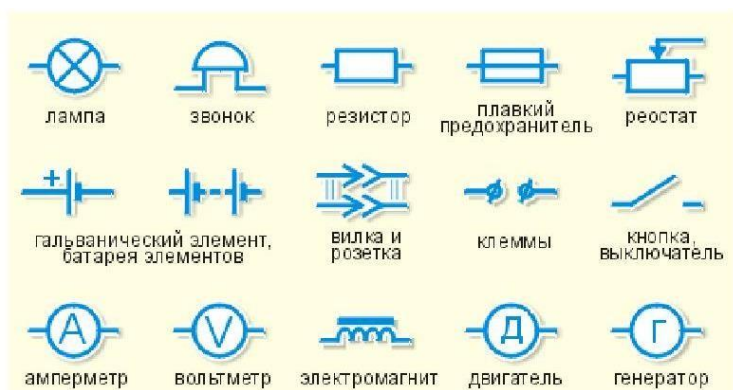
Раздел 1. Энергоснабжение предприятий АПК

Тема 1.1. Сведения о производстве, передаче и распределении электрической энергии

Практическое занятие №1. Условные обозначения элементов, правила чтения схем

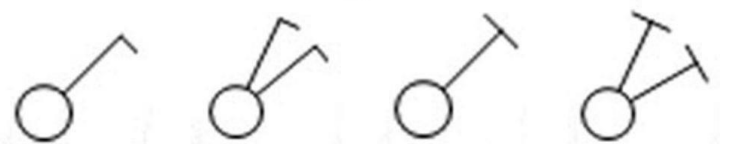
Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем




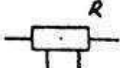

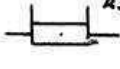










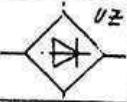


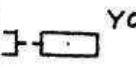

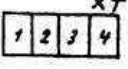
Элемент электрической цепи	Условное обозначение
Ключ	
Лампа накаливания	
Электрический звонок	
Резистор	
Нагревательный элемент	
Плавкий предохранитель	
Реостат	
Штепсельное соединение	
Кнопка	

Условные обозначения однополюсных выключателей



Одноклавишный выключатель открытой установки
 Двуклавишный выключатель открытой установки (сдвоенный)
 Одноклавишный выключатель скрытой установки
 Двуклавишный выключатель скрытой установки (сдвоенный)

SQ Автоматический выключатель в силовой части
 QF Автоматический выключатель в цепи управления
 QS Нагревательный элемент
 EK

13		Трансформатор напряжения	35		Постоянный резистор с отводами
14		Трансформатор тока	36		Шунт (расширение пределов измерения тока)
15		Асинхронный 3-фазный двигатель с короткозамкнутым ротором	37		Конденсатор постоянной ёмкости
16		Осветительная лампа накаливания	38		Конденсатор переменной ёмкости
17		Сигнальная лампа накаливания	39		Неполярный электролитический конденсатор
18		Полупроводниковый Диод	40		Полярный электролитический конденсатор
19		Тиристор (управляемый полупроводниковый диод)	41		Электрозвонок
20		Выпрямительный мостик (Греца)	42		Общее обозначение электромагнитного тормоза
21		Транзистор типа n - p - n	43		Электромагнитная муфта
22		Транзистор типа p - n - p	44		Колодка зажимов (гребёнка)

Тема 1.2. Местные электрические сети

Практическое занятие 2. Выбор сечения кабелей

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами выбора сечения кабелей
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 3. Проверка проводов по нагреву

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами проверки проводов по нагреву
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Таблица 1.3.4. Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
0,5	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	—	—	—
185	510	—	—	—	—	—
240	605	—	—	—	—	—
300	695	—	—	—	—	—
400	830	—	—	—	—	—

Выбор сечений проводников по нагреву

- для однофазной сети $I_p \leq I_{\text{до}}$
 $I_p = \frac{P_p}{U_{\phi} \cos \varphi}$
- для двухфазной сети $I_p = \frac{P_p}{2U_{\phi} \cos \varphi}$
- для трехфазной сети $I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3}U_{\text{л}} \cos \varphi}$

где $I_{\text{до}}$ – длительно допустимый ток проводника
 P_p – мощность нагрузки одной, двух или трех фаз
 $\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки,
 $U_{\text{л}}, U_{\phi}$ – линейное и фазное напряжения сети

Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной, найритовой или резиновой оболочке, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток*, А, для проводов и кабелей				
	одножильных	двужильных			трехжильных
	При прокладке				
	В воздухе	В воздухе	В земле	В воздухе	В земле
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
25	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

* Токи относятся к проводам, кабелям как с нулевой жилой, так и без нее.

Практическое занятие 4. Выбрать сечение провода марки АПРВ для присоединения электродвигателя

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами выбора сечения провода марки АПРВ для присоединения электродвигателя
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Задание.

Все напряжение 380 В включит трехфазный синхронный двигатель марки А2, А02 или АОЛ2. Данные двигателя взять из **таблицы 1** в зависимости от варианта. Частоту двигателя выбрать по усмотрению.

Определить:

1. Определить номинальную скорость двигателя при $S_N=5\%$
2. Номинальный ток двигателя по формуле и на прикидку
3. Число пар полюсов статора двигателя.
4. Определить пусковой ток двигателя.
5. Исходя из номинального тока двигателя выбрать четырехжильный провод марки АПРВ. Таблицы сечений взять из таблиц ПУЭ.
6. Технически данные синхронных двигателей единой серии А2 и А02 (аол2) с к.з. ротором.

Синхронная частота вращения, об/мин										
Мощность кВт	3000			1500			1000			№вариан
	кпд, %	Cosφ	In/In	кпд, %	Cosφ	In/In	кпд,%	Cosφ	In/In	
Двигатели серии А2										
10							87	0,86	7	1
13				88,5	0,88	7	88	0,86	7	2
17	88	0,88	7	89,5	0,88	7	89	0,87	7	3
22	89	0,88	7	90	0,88	7	89,5	0,87	7	4
30	90	0,9	7	90,5	0,88	7	90	0,88	7	5
40	90,5	0,9	7	91	0,89	7	91	0,89	7	6
55	91	0,9	7	92	0,89	7	92	0,89	7	7
72	92	0,9	7	93	0,89	7	92,5	0,89	7	8
100	93	0,9	7	93,5	0,9	7				9
129	94	0,9	7							10
Двигатели серии А02, АОЛ2										
0,4							68	0,65	6,5	11
0,6				72	0,76	7	70	0,68	6,5	12
0,8	78	0,86	7	74,5	0,78	7	73	0,71	6,5	13
1,1	79,5	0,87	7	78	0,80	7	76	0,73	6,5	14
1,5	80,5	0,88	7	80	0,81	7	79	0,75	6,5	15
2,2	83	0,89	7	82,5	0,83	7	81	0,77	6,5	16
3	84,5	0,89	7	83,5	0,84	7	83	0,78	6,5	17
4	85,5	0,89	7	86	0,85	7	84,5	0,79	6,5	18
5,5	87	0,90	7	88	0,86	7	85,5	0,81	6,5	19
7,5	88	0,91	7	88,5	0,87	7	87	0,82	6,5	20
10	88	0,89	7	89	0,88	7	88	0,89	7	21
13	88,5	0,9	7	88,5	0,89	7	88	0,89	7	22
17	87	0,9	7	89	0,89	7	90	0,90	7	23
22	88	0,9	7	90	0,90	7	90,5	0,9	7	24
30	89	0,9	7	91	0,91	7	91	0,91	7	25
40	89	0,91	7	91,5	0,91	7	91,5	0,91	7	26

Практическое занятие 5. Выбор проводов, плавких вставок предохранителей, расцепителей автоматов и тепловых реле пускателей

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами выбора проводов, плавких вставок предохранителей, расцепителей автоматов и тепловых реле пускателей
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Тема 1.3. Расчет разомкнутых сетей

Практическое занятие 6. Определение сечения проводов и потери напряжения для линии электропередачи напряжением 35 кВ.

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами определения сечения проводов и потери напряжения для линии электропередачи напряжением 35 кВ.
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 7. Расчет разветвленной сети напряжением 35 кВ.

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами расчета разветвленной сети напряжением 35 кВ.
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 8. Расчет сети напряжением 10 кВ

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами расчета сети напряжением 10 кВ
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 9. Расчет воздушной линии электропередач напряжением 10 кВ

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами расчета воздушной линии электропередач напряжением 10 кВ
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Тема 1.4. Расчет замкнутых сетей

Практическое занятие 10. Определение максимальные потери напряжения в нормальном и аварийном режимах осветительной сети 380В

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами определения максимальных потерь напряжения в нормальном и аварийном режимах осветительной сети 380В
2. Ответить на поставленные вопросы

3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 11. Расчет сети напряжением 35 кВ

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами расчета сети напряжением 35 кВ
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Тема 1.5. Монтаж воздушных и кабельных линий электропередачи

Практическое занятие 12. Подготовительные работы по монтажу воздушных линий

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методикой подготовительных работ по монтажу воздушных линий
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 13. Изучение воздушных линий с изолированными проводами

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 14. Изучение видов муфт для соединения и оконцевания кабельных линий

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами изучения видов муфт для соединения и оконцевания кабельных линий
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 15. Измерение горизонтальных и вертикальных углов теодолитом

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами измерения горизонтальных и вертикальных углов теодолитом
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 16. Выбор силовых трансформаторов

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методом выбора силовых трансформаторов
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 17. Определение параметра изоляции катушек токоведущих частей

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методом определения параметра изоляции катушек токоведущих частей
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Тема 1.7. Короткие замыкания в электрических установках

Практическое занятие 18. Расчет эквивалентного сопротивления для расчета токов короткого замыкания

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами расчета эквивалентного сопротивления для расчета токов короткого замыкания
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 19. Расчет составляющих тока короткого замыкания

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами расчета составляющих тока короткого замыкания
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 20. Устройство и выбор автоматических выключателей

Цель занятия:

1. Ознакомиться с устройством и выбором автоматических выключателей
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 21. Схемы соединения трансформаторов тока

Цель занятия:

1. Ознакомиться с схемами соединения трансформаторов тока
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 22. Устройство реле тока, реле напряжения, реле времени.

Цель занятия:

1. Ознакомиться с устройством реле тока, реле напряжения, реле времени.
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ выполнения

практических заданий

«Отлично» - выставляется студенту, знающему теоретические вопросы по всем темам дисциплины: основам правил построения чертежей и схем; способам графического представления пространственных образов; возможностях пакетов прикладных программ компьютерной графики в профессиональной деятельности; основным положениям конструкторской, технологической документации, нормативных правовых актов, а также основам строительной графики.

Владеющему основными принципами оформления проектно-конструкторской, технологической и другой технической документации в соответствии с действующей нормативной базой; выполнения изображений, разрезов и сечений на чертежах.

«Хорошо» - выставляется студенту, освоившему дисциплину в полном объеме, но затрудняющемуся при оформлении проектно-конструкторской, технологической и другой технической документации в соответствии с действующей нормативной базой; выполнении изображений, разрезов и сечений на чертежах.

«Удовлетворительно» - выставляется студенту, знающему ответы не на все теоретические вопросы и затрудняющемуся при решении практических вопросов и проведении практических действий, связанных с областью изучения дисциплины.

«Неудовлетворительно» - выставляется студенту, допустившему значительные пробелы в знании большинства тем дисциплины.

МДК 02.02 Организация и планирование бесперебойного энергообеспечения предприятий АПК

Раздел 2. Организация и планирование бесперебойного энергообеспечения предприятий АПК

Тема 2.1. Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования электрических сетей

Практическое занятие 23. Испытание электроизоляционных материалов.

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами испытания электроизоляционных материалов
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Тема 2.2. Эксплуатация силовых трансформаторов

Практическое занятие 24. Сушка трансформаторов. Нормы испытаний трансформаторов

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 25. Испытание трансформаторного масла

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами испытания трансформаторного масла
2. Ответить на поставленные вопросы

3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 26. Определение неисправностей трансформатора и составление дефектной ведомости

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами определения неисправностей трансформатора и составление дефектной ведомости
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Тема 2.3. Эксплуатация электрических распределительных устройств

Практическое занятие 27. Эксплуатация и ремонт электрооборудования распределительных устройств

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 28. Эксплуатация и ремонт масляных и воздушных выключателей

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 29. Эксплуатация и ремонт разъединителей, отделителей и короткозамыкателей

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 30. Обслуживание заземляющих устройств

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами обслуживания заземляющих устройств
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Тема 2.4. Эксплуатация вторичных устройств

Практическое занятие 31. Устройство и проверка трансформаторов тока и напряжения

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 32. Испытание и наладка аппаратуры управления, защиты и устройств автоматики

Цель занятия:

1. Ознакомиться с испытанием и наладкой аппаратуры управления, защиты и устройств автоматики
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 33. Разработка мероприятий по повышению сетевой надежности

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 34. Изучение приборов и оборудования для профилактических испытаний воздушных линий

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 35. Работа с документацией по приемке в эксплуатацию воздушных линий

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 36. Определение места повреждения на кабельных линиях

Цель занятия:

1. Ответить на поставленные вопросы
2. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 37. Изучение указателей повреждённых участков линии

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами изучения указателей повреждённых участков линии
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 38. Работа с мегаомметром

Цель занятия:

1. Научиться работать с мегаомметром
2. Ответить на поставленные вопросы
3. Выполнить задание выданное преподавателем

Практическое занятие 39. Изучение средств защиты от поражения электрическим током

Цель занятия:

1. Ознакомиться с методами изучения средств защиты от поражения электрическим током

2. Выполнить задание выданное преподавателем

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ выполнения

практических заданий

«Отлично» - выставляется студенту, знающему теоретические вопросы по всем темам дисциплины: основам правил построения чертежей и схем; способам графического представления пространственных образов; возможностях пакетов прикладных программ компьютерной графики в профессиональной деятельности; основным положениям конструкторской, технологической документации, нормативных правовых актов, а также основам строительной графики.

Владеющему основными принципами оформления проектно-конструкторской, технологической и другой технической документации в соответствии с действующей нормативной базой; выполнения изображений, разрезов и сечений на чертежах.

«Хорошо» - выставляется студенту, освоившему дисциплину в полном объеме, но затрудняющемуся при оформлении проектно-конструкторской, технологической и другой технической документации в соответствии с действующей нормативной базой; выполнении изображений, разрезов и сечений на чертежах.

«Удовлетворительно» - выставляется студенту, знающему ответы не на все теоретические вопросы и затрудняющемуся при решении практических вопросов и проведении практических действий, связанных с областью изучения дисциплины.

«Неудовлетворительно» - выставляется студенту, допустившему значительные пробелы в знании большинства тем дисциплины.

2.2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы: формирование у обучающихся умений и навыков в области правил построения чертежей и схем; способов графического представления пространственных образов; возможностей пакетов прикладных программ компьютерной графики в профессиональной деятельности; основных положений конструкторской, технологической документации, нормативных правовых актов, а также основ строительной графики.

Прежде, чем приступить к самостоятельной работе, обучающийся должен ознакомиться с основными положениями рабочей программы по ПМ.02 Энергоснабжение сельскохозяйственных предприятий, подобрать необходимую литературу и изучить теоретические положения дисциплины. В ходе самостоятельной работы, обучающийся должен выполнить следующие задания:

1. Написание конспектов по изучаемым темам.
2. Выполнение индивидуальных заданий (выполнений практических заданий в рабочих тетрадях).

Далее приведены разъяснения по каждому виду самостоятельной работы и даны рекомендации по ее выполнению.

2.3. НАПИСАНИЕ КОНСПЕКТОВ ПО ИЗУЧАЕМЫМ ТЕМАМ

Данный вид самостоятельной работы обучающихся предполагает сбор, обработку и представление информации по темам комбинированных занятий с более глубокой проработкой некоторых вопросов. Выполнение данного вида самостоятельной работы рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- формирование перечня вопросов, необходимых для освещения в рамках выбранной темы;

- работа с литературными и другими информационными источниками;
- систематизация полученных данных;
- написание основных тезисов изученного материала в виде опорного конспекта;
- подготовка ответа, с использованием опорного конспекта.

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения тем дисциплины «МДК 02.01 Энергоснабжение предприятий АПК»

1. Типы электростанций и подстанций.
2. Источники и схемы электроснабжения с/х потребителей.
3. Внутренние электропроводки, их виды и зависимость от типа помещения.
4. Плавкие предохранители, автоматы. Методика выбора плавких предохранителей.
5. Неизолированные провода, применяемые в воздушных ЛЭП.
6. Изоляторы и арматура воздушных линий.
7. Воздушные линии, конструкция и особенности выполнения.
8. Принципы и виды короткого замыкания. Опасности возникновения короткого замыкания.
9. Устройство высоковольтной аппаратуры и приводов к ней.
10. Разъединители и выключатели нагрузки, высоковольтные предохранители.
11. Измерительные трансформаторы тока и напряжения, их устройство, типы, марки, назначение и область применения.
12. Резервные дизельные электростанции. Принцип работы. Достоинства.
13. Виды релейной защиты и основные требования к ней.
14. Схемы соединения трансформаторов тока и реле защиты.
15. Релейная защита линии, максимальная токовая защита.
16. Релейная защита трансформаторов. Защита трансформаторов предохранителями.

Схемы включения.

17. Назначение и основные функции автоматических устройств.
18. Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резерва.
19. Виды устройства АВР и требования, предъявляемые к ним.
20. Схема АВР секционного выключателя.
21. Сигнализация и блокировка на подстанциях

ВОПРОСЫ

для самостоятельного изучения тем дисциплины «МДК 02.02 Организация и планирование бесперебойного энергообеспечения предприятий АПК»

22. Меры безопасности при транспортировке оборудования и погрузочно-разгрузочных операциях.
23. Продемонстрируйте порядок расположения проводов на опоре, расстояния между ними, крепление проводов к изоляторам, соединения проводов. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
24. Осуществить мероприятия грозозащиты и заземления высоковольтных линий (по возможности материально-технической базы). Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
25. Продемонстрировать и пояснить элементы технологии монтажа высоковольтных линий напряжением свыше 1000 В. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
26. Осуществить дефектацию деревянных, металлических, железобетонных и комбинированных опор линий электропередач. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
27. Продемонстрировать способы соединения кабелей. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
28. Продемонстрировать и пояснить основные процессы монтажа разъединителей, выключателей нагрузки. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.

29. Продемонстрировать и пояснить основные процессы монтажа измерительных трансформаторов. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
30. Продемонстрировать и пояснить основные процессы монтажа электрических выключателей. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
31. Объем и нормы испытаний выключателей.
32. Рассказать об основных этапах проверки герметичности силовых трансформаторов. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
33. Рассказать об основных этапах сушки силовых трансформаторов. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
34. Рассказать об основных этапах монтажа силовых трансформаторов, прибывших в сборном и разборном виде. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
35. Рассказать и продемонстрировать основные этапы выбора плавких вставок предохранителей и их монтажа. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
36. Продемонстрировать основные навыки монтажа внутренней электропроводки на учебном стенде. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
37. Составить план схему внутренней электропроводки помещения, а также произвести ее диагностику и сделать заключение о возможности эксплуатации. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
38. Рассказать о конструкции изоляторов и способах вязки проводов (шейка и головка изолятора). Продемонстрировать данные способы и рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
39. Произвести расчет сечения проводов ВЛ по допустимой потере напряжения. Рассказать о правилах безопасности при проведении монтажных работ на ВЛ.
40. Рассказать об устройстве, продемонстрировать работу масляных выключателей и приводов к ним. Рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
41. Рассказать о работе релейной защиты электродвигателя. Произвести подключение релейной защиты и рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.
42. Рассказать о работе релейной защиты понижающего трансформатора. Произвести подключение релейной защиты и рассказать о правилах безопасности при проводимых работах.

2.4. Методические указания по написанию курсового проекта по МДК 02.01.Энергоснабжение предприятий АПК

Курсовой проект является завершающим этапом изучения дисциплины «монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций».

Цель курсового проектирования: углубить и закрепить теоретического знания, полученные студентами при изучении дисциплины; обеспечить безопасное и продуктивное участие студентов в монтаже воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций; технического обслуживания систем электроснабжения сельскохозяйственных предприятий. Научить пользоваться технической и справочной литературой для решения конкретных вопросов в условиях сельскохозяйственных предприятий.

Курсовой проект по дисциплине «монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций» должен включать один из вариантов разработки:

1. *электрическое снабжение населенного пункта от ТП 10 – 35/0,4кВ;*
2. *электрическое снабжение сельскохозяйственного производственного объекта от подстанции ТП 10 – 35/0,4кВ;*
3. *электрическое снабжение сельскохозяйственного производственного объекта от автономной электростанции (дизельной и др.);*

4. электроснабжение и электрооборудование сельскохозяйственных производственных объектов;
5. электроснабжение фермерского хозяйства от подстанции 10 – 35/0,4кВ;
6. электроснабжение фермерского хозяйства от автономной дизельной электростанции.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Задание выдается студентам не менее чем за 1,5 месяца до сдачи курсового проекта. Общее руководство и контроль над выполнением курсового проекта осуществляет преподаватель дисциплины «монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций». Консультации проводятся за счет объема времени, отведенного в рабочем учебном плане на выполнение курсового проекта (16 часов). По завершении студентом курсового проекта руководитель проверяет, подписывает его, ставит оценку по пятибалльной системе и вместе с письменным отзывом передает студенту для ознакомления. При необходимости преподаватель может предусмотреть защиту курсового проекта. Студенту, получившему неудовлетворительную оценку, предоставляется право выбора новой темы или доработки прежней темы и определяется новый срок для ее выполнения.

СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Содержание пояснительной записки и объем графической части определяется заданием на курсовой проект.

Перечень документации пояснительной записки и последовательность расположения:

Титульный лист

Задание на курсовой проект

Содержание курсового проекта

Введение

1. Расчетно-технологическая часть
2. Организационная часть

3. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда

Заключение

Библиографический список

Приложения, дополняющие курсовой проект

Графическая часть представляет собой чертеж планировки электрических сетей разрабатываемого объекта.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка оформляется печатным способом на листах формата А4. Объем пояснительной записки составляет от 25 до 40 страниц печатного текста.

Обозначение курсового проекта осуществляется по форме:

КП ЭиАСХ.35.02.08.ХХ. ХХ. ПЗ

где ХХ – шифр студента по списку группы; ХХ – номер части пояснительной записки, ПЗ - пояснительная записка.

Нумерация страниц текста курсового проекта должна быть сквозной. Номера страниц не проставляются на титульном листе, задании.

Задание на проектирование оформляется на стандартном бланке, выдаваемом преподавателем перед началом проектирования.

В содержании и тексте пояснительной записки не нумеруются разделы: введение, заключение, библиографический список. Сокращения не допускаются за исключением общепринятых обозначений. Все нормативные величины, коэффициенты должны иметь ссылки на источник информации. Рисунки и изображения, содержащиеся в пояснительной записке должны иметь порядковую нумерацию и соответствующую подпись.

Оформление графической части

Чертежи выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД. Планировка внутренней электросети выполняется на формате А1. Планировочное решение должно содержать все необходимые элементы для наиболее лучшего и понятного прочтения чертежа в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Введение

Введение - это вступительная часть научно-исследовательской работы. По объему оно составляет небольшую часть курсового проекта (до 10% от основного текста – 2-3 листа).

В этом разделе необходимо показать актуальность темы, раскрыть практическую значимость ее, определить цели и задачи исследования.

Введение к курсовому проекту в обязательном порядке содержит следующие элементы:

А. Определение темы работы. Необходимо привести несколько (2–3) фраз из литературы, характеризующих основные понятия темы.

Пример: для темы «Расчет электрических нагрузок и выбор оборудования электрической подстанции (объекта...)»:

В настоящее время электроэнергетика России является важнейшей жизнеобеспечивающей отраслью страны. В ее состав входит более 700 электростанций общей мощностью 215,6 млн кВт.

Система распределения столь большого количества электроэнергии на промышленных предприятиях должна обладать высокими техническими и экономическими показателями и базироваться на новейших достижениях современной техники. Поэтому электроснабжение промышленных предприятий должно основываться на использовании современного конкурентоспособного электротехнического оборудования ит.д.

Б. Актуальность работы. Следует обозначить существующее положение, почему именно эта проблема актуальна. Обоснование может начинаться с фразы «Актуальность темы исследования обусловлена тем, что» или «Данная тема актуальна, так как...».

Также рекомендуется использовать следующие слова и выражения: актуальность и практический аспект данных проблем связаны с тем Или актуальность курсового проекта заключается (или проявляется) в следующем.... Или вопросы, касающиеся того-то и того-то являются очень актуальными. Либо просто Актуальность курсового проекта, а потом начинаете с новогопредложения.

Чтобы обосновать актуальность, можно кратко раскрыть современное состояние теоретических исследований по избранной теме с указанием фамилий ведущих ученых и исследователей в данной области, сформулировать суть возникшей проблемной ситуации, перечислить решенные и нерешенные теоретические и практические проблемы,

обосновать важность и злободневность исследуемой проблемы.

После описания актуальности темы можно написать: актуальность темы курсового проекта связана со значительным распространением исследуемого явления и заключается в необходимости разработки рекомендаций по совершенствованию работы в рассматриваемой области.

Пример: Актуальность темы «Проектирование схемы электроснабжения объекта...»: сейчас весьма высока и обусловлена следующими обстоятельствами:

-во-первых, увеличением в современных условиях темпа роста электропотребления и т.д.

-во-вторых ...

В. Определение объекта и предмета исследования. Объект формулируется, исходя из названия темы курсового проекта, предмет – на основе названий ее параграфов или глав.

Объект исследования – это та часть реального мира, которая познается, исследуется или преобразуется студентом-исследователем в курсовом проекте. *Объектом* может выступать отдельное предприятие, цех, участок цеха, жилой дом, административное помещение, общественное здание и т.д.

Предмет исследования более узок и конкретен по сравнению с объектом, он является его частью (аспектом, подсистемой, свойством, процессом или явлением, возникающим и развивающимся в системе и т.д.). Задача исследователя состоит в выделении в качестве предмета именно той части объекта исследования, по которой существует проблема.

Г. Формулировка цели и задач курсового исследования, подлежащих решению для достижения указанной цели и конкретизирующих цель.

Формулируется одна цель и 2-4 задачи. Каждая задача, как правило, отражает результат, который планируется получить при подготовке соответствующей ей главы курсового проекта. Исходя из этого, в формулировке *цели* не рекомендуется употреблять слова "исследовать", "рассмотреть", "сделать", "изучить" которые отражают процесс исследования, а не его результат. Правильным является употребление слов разработать, выявить, раскрыть, охарактеризовать, определить, установить, показать, обосновать и т.д.

Пример: Разработать схему электроснабжения; определить надежность электроснабжения; обосновать выбор электрооборудования и т.д.

Задачи раскрывают путь к достижению цели. Каждой задаче, как правило, посвящен раздел (либо параграф) курсового проекта. Задачи могут вводиться словами:

- выявить;
- раскрыть;
- изучить;
- разработать;
- исследовать;
- проанализировать;
- систематизировать;
- уточнить ит.д.

Д. Методы исследования. Методы – это способы, приемы познания объекта. В курсовом проекте используются методы:

- анализ литературы;
- анализа нормативно-технической документации;

- анализ документов, протоколов испытаний, паспортов электрооборудования и проч.; изучение и обобщение отечественной и зарубежной практики;
- сравнение;
- моделирование;
- аналогия;
- классификация;
- обобщение.

Е. Структура и объем работы. В данном абзаце указывается, из скольких разделов состоит пояснительная записка, дается их краткая характеристика.

Пример: *Курсовой проект состоит из введения, двух разделов и заключения.*

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи исследования, указываются объект и предмет исследования. Первый раздел посвящен исследованию теоретических вопросов: характеристики электроснабжения, электрических нагрузок, технологического процесса.

Во втором разделе раскрыты вопросы выбора... В заключении подведены итоги и сделаны выводы исследования.

Основная часть курсового проекта

Первый раздел - теоретическая часть - должен содержать анализ состояния изучаемой проблемы на основе обзора научной, научно-информационной, учебной и справочной литературы, а также подробное изучение, анализ объекта, темы работы. В нем желательно использовать примеры и факты из практики, иллюстрирующие применение теоретических знаний в жизни. Здесь должна быть изложена своя точка зрения, собственные предложения.

Представленный материал должен быть логически связан с целью работы. В параграфах теоретической части необходимо отражать отдельные части проблемы и завершать их выводами.

В первом разделе могут быть рассмотрены следующие вопросы: влияние технологического процесса на надежность электроснабжения, влияние характеристики окружающей среды на выбор электрооборудования, влияние характеристики установленного оборудования на надежность электроснабжения и т.д.

В данной главе необходимо указать, какое место занимает рассматриваемая проблема в соответствующей области знаний; какой опыт (как положительный, так и негативный) накоплен по данной проблеме в нашей стране и за рубежом.

Второй раздел является практическим, в нем представлены расчеты, графики, таблицы, схемы, иллюстрации и т.п.

Во втором разделе могут быть рассмотрены следующие вопросы: расчет электрических нагрузок, компенсирующего устройства и выбор трансформаторов, расчет и выбор элементов схемы электроснабжения, выбор аппаратов защиты и распределительных устройств и т.д.

Заключение

Заключение должно содержать итоги работы, важнейшие выводы, к которым пришел автор работы; в нем даются сведения о практической значимости работы, возможности внедрения ее результатов и дальнейших перспективах исследования темы. Важнейшее требование к заключению – его краткость и обстоятельность; в нем не следует повторять содержание введения и основной части работы. В целом заключение должно давать ответ на следующие вопросы.

С какой целью автором предпринято данное исследование? Что сделано автором в процессе данного исследования?

К каким выводам пришел автор?

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ВОПРОСАМ СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ КИ

Методические указания к общей части

Для принятия технических решений по выбору электрооборудования в пояснительной записке нужно определить:

- географическое положение проектируемого объекта;
- природно-климатические условия;
- удельное сопротивление грунта;
- по картам районирования СНГ определить зоны: по скоростным напорам ветра, по грозовой активности гроз, по пляске проводов, по толщине стенки гололеда.

В пояснительной записке необходимо дать краткое описание технологического процесса, характеристику основных приемников электроэнергии цеха по роду тока, напряжению, режиму работы и требованиям, предъявляемым к бесперебойности электроснабжения. Отнесение электроприемников к соответствующей категории должно быть обосновано и определено их процентное содержание.

В пояснительной записке должна быть составлена ведомость установленной мощности электрооборудования, форма которой приведена в таблице 1.1, или исходные данные для построения графиков активной и реактивной мощностей.

Таблица 1.1 - Ведомость установленной мощности проектируемого объекта

Наименование цеха, отделения, участка	Номер пола-	Технологическое оборудование		Тип ЭО	Номинальные параметры ЭО			
		Тип	Мощность, кВт		P, кВт	cosφ	η	Другие параметры
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Расчет электрических нагрузок

Расчет электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм (методом коэффициента максимума) выполняется по алгоритму:

Все электроприемники (ЭП) повторно-кратковременного режима работы (ПКР) должны быть приведены к продолжительности включения (ПВ) 100 %, однофазные - к условной трехфазной мощности.

1. Все ЭП, присоединенные к узлам, разбивают на однородные по режиму работы группы с одинаковыми значениями коэффициентов использования и коэффициентов мощности. *При наличии в расчетном узле ЭП с переменным и постоянным графиком нагрузки расчетные мощности этих ЭП определяются отдельно, а затем суммируются!*

2. Подсчитывают количество ЭП в каждой группе и в целом по расчетному узлу присоединения.

3. В каждой группе ЭП и по узлу в целом находят пределы их номинальных мощностей и модуль сборки m :

$$\frac{P_{\text{номmax}}}{P_{\text{номmin}}} m . \quad (4.1)$$

4. Подсчитывают суммарную номинальную мощность всех ЭП узла $P_{\text{ном}}$, кВт.

5. По таблице Г.1 (прил. Г) принимают для характерных групп ЭП коэффициенты использования $K_{\text{и}}$ и коэффициенты мощности $\cos\varphi$. По значениям $\cos\varphi$ определяют $\text{tg}\varphi$.

6. Для каждой группы однородных ЭП (станки, сварочные установки и т.п.) определяют среднюю активную $P_{\text{см}}$, кВт, и реактивную $Q_{\text{см}}$, кВАр, нагрузки за наиболее загруженную смену:

$$P_{\text{см}} = K_{\text{и}} P_{\text{ном}} . \quad (4.2)$$

$$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \text{tg}\varphi , \quad (4.3)$$

где $P_{\text{ном}}$ - сумма номинальных мощностей ЭП группы, кВт

7. Для узла присоединения суммируют активные и реактивные составляющие мощностей по группам разнородных ЭП

$$P_{\text{см.уз}} = \sum P_{\text{см}} \quad Q_{\text{см,уз}} = \sum Q_{\text{см}} .$$

8. Определяют средневзвешенное значение коэффициента использования узла $K_{иср}$:

$$K_{иср} = P_{см,уз} / \sum_{1}^n P_{НОМ} \quad (4.4)$$

9. Средневзвешенное значение $tg\varphi_{уз}$:

$$tg\varphi_{уз} = \frac{Q_{см,уз}}{P_{см,уз}} \quad (4.5)$$

по $tg\varphi_{уз}$ определяют $\cos\varphi_{уз}$ – средневзвешенное значение коэффициента мощности узла присоединения.

10. Определяют эффективное число электроприемников:

$$n_э = \frac{1}{n} \left(\frac{\sum_{1}^n P_{НОМ}^2}{\sum_{1}^n P_{НОМ}} \right) \quad (4.6)$$

Если определение $n_э$ затруднено из-за большого количества ЭП, то $n_э$ находят по одной из формул (см. табл.Г.2 (прил. Г) в зависимости от n , $K_{иср}$, m).

11. В зависимости от $K_{иср}$ и $n_э$ определяют коэффициент максимума K_M (см табл.Г.4 (прил.Г)

Для ЭП с постоянным графиком нагрузки $K_M=1$.

12. Определяют расчетную активную мощность P_p ,кВт

$$P_p = K_M P_{см,уз} \quad (4.7)$$

13. Определяют расчетную реактивную мощность Q_p ,кВАр.

При $K_{иуз} < 0,2$ и $n_э \leq 100$, а также при $K_{иуз} \geq 0,2$ и $n_э \leq 10$ коэффициент $K_M^1 = 1,1$. Во всех остальных случаях можно принять $K_M^1 = 1$.

$$Q_p = K_M^1 Q_{см,уз} \quad (4.8)$$

14. Определяют полную мощность S_p ,кВА,

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (4.9)$$

и расчетный ток I_p , А,

$$I_p = S_p / (\sqrt{U_{НОМ}}) \quad (4.10)$$

где $U_{\text{НОМ}}$ - номинальное напряжение электроприёмника, кВ

Алгоритм расчета сети по нагреву:

1. Выбирается марка проводника в зависимости от характеристики среды помещения, его конфигурации и способа прокладки сети (прил. Д, табл. Д.1, Д.2);

2. По формулам 4.11÷4.14 определяется расчетный ток. *За расчетный ток одиночного ЭП принимается его номинальный ток;*

Ток нагрузки $I_{\text{НОМ}}$, А, определяется для большинства трехфазных ЭП по общей формуле:

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} U_{\text{НОМ}} \cos \varphi \eta}, \quad (4.11)$$

где $P_{\text{НОМ}}$ - номинальная активная мощность электроприемника, кВт; $U_{\text{НОМ}}$ - номинальное напряжение электроприемника, кВ;
 $\cos \varphi_{\text{НОМ}}$ - номинальный коэффициент мощности нагрузки; $\eta_{\text{НОМ}}$ - номинальный КПД.

$P_{\text{НОМ}}$, $\eta_{\text{НОМ}}$ и $\cos \varphi_{\text{НОМ}}$ должны быть приняты по каталогу (паспорту) ЭП. Для *многодвигательного* электропривода номинальный ток принимается с учетом $\cos \varphi$ и η наиболее мощного ЭП такого привода:

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\Sigma \text{НОМ}}}{\sqrt{3} U_{\text{НОМ}} \cos \varphi \eta}, \quad (4.12)$$

где $\Sigma P_{\text{НОМ}}$ - сумма номинальных мощностей электроприемника многодвигательного привода, кВт;

Номинальный ток трехфазной электропечи, А,

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{3 U_{\text{НОМ}} \cos \varphi}. \quad (4.13)$$

Номинальный ток трехфазной выпрямительной установки, А, номинальный ток трансформаторов:

$$I_{\text{НОМ, в, у}} = \frac{S}{3 U_{\text{НОМ}}}. \quad (4.14)$$

3. Выбирается сечение проводника по условию нагрева длительно допустимым током $I_{\Delta\Delta}$:

$$I_{\text{расч}} \leq I_{\Delta\Delta}. \quad (4.15)$$

Значения $I_{\Delta\Delta}$ приведены в таблицах Д.3, Д.4 (прил. Д).

Для электроприемников ПКР выбор проводника по нагреву проводится по условию:

$$I_{\Delta, \Delta} / I_{ПВ} \sqrt{t_{ПВ}} \leq 0,875, \quad (4.16)$$

где $t_{ПВ}$ - продолжительность включения;
 $I_{ПВ}$ - ток повторно-кратковременного режима, А; 0,875 - коэффициент запаса.

Если условия прокладки проводников отличаются от нормальных, то допустимый ток нагрузки определяется с учетом поправочных коэффициентов:

$$I_{\Delta, \Delta}' = K_{п1} K_{п2} I_{\Delta, \Delta}, \quad (4.17)$$

где $K_{п1}$ - поправочный коэффициент на температуру (табл. Д.5, (прил. Д));

$K_{п2}$ - поправочный коэффициент, зависящий от количества кабелей и расстояния между ними, $K_{п2}=0,7$ для кабелей, проложенных пучками в лотках или коробах, для остальных случаев – $K_{п2} = 1$

Расчет электрической сети до 1000В

Для защиты электрических сетей напряжением до 1000 В применяют плавкие предохранители, автоматические выключатели, тепловые реле магнитных пускателей. Наиболее современными являются автоматические выключатели серии ВА и АЕ, предохранители серии ПР и ПН, тепловые реле серии РТЛ.

В зависимости от вида защиты ПУЭ наряду с проверкой по допустимому нагреву устанавливают определенные соотношения между токами защитных аппаратов и длительно допустимым током проводника. Сечение проводника, соответствующее длительно допустимому току нагрева, следует сравнивать с током срабатывания аппарата защиты. В сетях, которые должны быть защищены от перегрузки, эти соотношения часто являются определяющими для выбора сечения проводников.

Алгоритм расчета сети до 1000 В:

1. Выбирается марка проводника в зависимости от характеристики среды помещения, его конфигурации и способа прокладки сети.
2. По формулам 4.11÷4.14 определяется расчетный ток.
3. Выбирается сечение проводника по условию нагрева длительно допустимым током (формула 4.15).
4. Выбирается вид защиты.
5. Выбираются защитные аппараты согласно выражениям 4.19÷4.31.
6. Выполняется проверка выбранного сечения проводника на соответствие защитному аппарату по формуле 4.32.
7. Для трехфазной линии переменного тока определяются потери напряжения ΔU , % по формуле:

$$\Delta = -\frac{U^2 P l (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi)}{U^2} \quad (4.18)$$

- где P - номинальная активная мощность электроприемника, кВт; l - длина питающей линии, км
 r_0 - удельное активное сопротивление проводника, Ом/км, (табл. Ж.1, прилЖ);
 x_0 - удельное индуктивное сопротивление проводника, Ом/км, (табл. Ж.2, прилЖ);
 $\cos \varphi$ - коэффициент мощности нагрузки;
 $U_{ном}$ - номинальное напряжение электроприемника, В;

Выбор автоматических выключателей с комбинированными расцепителями производится по следующим расчетным выражениям:

$$I_{срабт.р.} \geq I_{расч} - \text{для линии без электродвигателя,} \quad (4.19)$$

$$I_{срабт.р.} \geq 1,25 I_{расч} - \text{для линии со одним электродвигателем,} \quad (4.20)$$

$$I_{срабт.р.} \geq 1,1 I_{расч} - \text{для групповой линии с несколькими электродвигателями,} \quad (4.21)$$

- где $I_{срабт.р.}$ - ток срабатывания теплового расцепителя, А; $I_{расч}$ - длительный (расчетный) ток линии, А

$$I_0 \geq I_{расч} - \text{для линии без электродвигателя,} \quad (4.22)$$

$$I_0 \geq 1,2 I_{пуск} - \text{для линии со одним электродвигателем,} \quad (4.23)$$

$$I_0 \geq 1,25 I_{пик} - \text{для групповой линии с несколькими электродвигателями,} \quad (4.24)$$

- где I_0 - ток срабатывания электромагнитного расцепителя мгновенного действия (отсечки), А;
 $I_{пуск}$ - пусковой ток электродвигателя, А; $I_{пик}$ - пиковый ток, А

Пусковой ток электродвигателя определяется по выражению:

$$I_{пуск} = K_{пуск} I_{ном}, \quad (4.25)$$

- где $K_{пуск}$ - кратность пускового тока.

Пиковый ток группы из двух – пяти электродвигателей определяется по выражению:

$$I_{пик} = I + \sum_1^{\bar{}} , \quad (4.26)$$

- где $I_{пуск}$ - наибольший пусковой ток одного электродвигателя, входящего в группу, А;
 $\sum_1^{\bar{}}$ - суммарный номинальный ток группы ЭП без учета номинального тока наибольшего по мощности ЭД, А.

Пиковый ток группы более пяти электродвигателей определяется по выражению:

$$I_{пик} I_{пуск} p K_u I_{ном тах}, \quad (4.27)$$

$$= + -$$

- где $I_{пус}$ - наибольший пусковой ток ЭД, входящего в группу, А;
 K_{pK} - максимальный (расчетный) ток нагрузки группы ЭП, А;
 i - коэффициент использования механизма, приводимого электродвигателем с наибольшим пусковым током;
 $I_{ном тах}$ - номинальный ток электродвигателя с наибольшим пусковым током, А.

Технические данные автоматических выключателей серии ВА приведены в таблице Е.1 (прил. Е).

Выбор **предохранителей** производится по следующим расчетным выражениям:

$$I_{номвст} \geq I_{расч} - \text{для линии без электродвигателя}, \quad (4.28)$$

$$I_{номвст} \geq I_{номдв}; \quad I_{номвст} \geq I_{пуск}/\alpha - \text{для линии с одним электродвигателем}, \quad (4.29)$$

$$I_{номвст} \geq I_{расч}; \quad I_{номвст} \geq I_{пик}/\alpha - \text{для линии с группой электродвигателей}, \quad (4.30)$$

- где $I_{ном вс}$ - номинальный ток плавкой вставки предохранителя, А;
 α - коэффициент, учитывающий условия пуска, принимается 1,6 для тяжелых пусков; 2,5 для легких.

Технические данные предохранителей приведены в табл. Е.2 (прил. Е). Выбор **тепловых реле** магнитных пускателей производится по следующему расчетному выражению:

$$I_{т.р} \geq 1,25 I_{расч}, \quad (4.31)$$

- где $I_{т.р.}$ - номинальный ток теплового реле, А, (см прил. Е, табл. Е.3); Технические данные магнитных пускателей типа ПМЛ с тепловым реле

РТЛ приведены в табл. Е.3 (прил. Е).

После выбора аппарата защиты должна быть выполнена проверка выбранного сечения проводника на соответствие защитному аппарату:

$$I_{д.д} \geq k_3 I_{с.з.а}, \quad (4.32)$$

где k_3 - коэффициент защиты;
 $I_{с.з.а}$ - ток срабатывания защитного аппарата, А.

Принимается: $k_3 = 1,25$ – для взрыво- и пожароопасных помещений; $k_3=1$ – для нормальных (неопасных) помещений;
 $k_3 = 0,33$ – для предохранителей без тепловых реле в линии.

Расчет мощности компенсирующего устройства

Для выбора компенсирующего устройства (КУ) необходимо знать:

- расчетную реактивную мощность КУ;
- тип компенсирующего устройства;
- напряжение КУ.

Расчетную реактивную мощность КУ $Q_{к,р}$, кВар можно определить из соотношения:

$$Q_{к,р} = \frac{P_M \alpha}{g} \left(\tan \varphi - \tan \varphi_{\phi} \right) \quad (4.33)$$

где α - коэффициент, учитывающий повышение $\cos \varphi$ естественным способом, принимается $\alpha = 0,9$;
 P_M - расчётная (максимальная) активная мощность, кВт;
 φ φ_{ϕ} - коэффициенты реактивной мощности до и после компенсации реактивной мощности по опыту эксплуатации производят до получения значения $\cos \varphi = 0,92 \dots 0,95$. Задав $\cos \varphi_{\phi}$ из этого промежутка, определяют $\tan \varphi_{\phi}$.

Задав типом КУ, зная $Q_{к,р}$ и напряжение, выбирают стандартную компенсирующую установку, близкую по мощности расчетной (табл. 3.1, прил. 3).

После выбора стандартного КУ определяется фактическое значение

φ

$$\phi \tan \varphi = \tan \varphi - \frac{Q_{к,см}}{\alpha P_M} \quad (4.34)$$

По $\tan \varphi_{\phi}$ определяют $\cos \varphi_{\phi}$.

Выбор числа и мощности силовых трансформаторов

Рекомендуется следующий порядок выбора трансформаторов:

1. Определяется число трансформаторов с учетом категории электро-снабжения потребителей.
2. Рассчитывается мощность трансформаторов с учетом перегрузочной способности трансформатора.
3. Проверяется обеспеченность питания потребителей в нормальном и аварийном режимах с учетом допустимой перегрузки трансформаторов.
4. Для каждого варианта определяются капитальные затраты и эксплуатационные расходы, причем отчисления на обслуживание не учитываются из-за их незначительного влияния на расчеты.
5. Выбирается более экономичный вариант.

Номинальная мощность цеховых трансформаторов $S_{ном.т}$ определяется по средней нагрузке $S_{срм}$ за максимально загруженную смену $S_{срм}$:

$$S_{ном.т} = S_{срм} / (NK_3), \quad (4.35)$$

где N - число трансформаторов;

K_3 - коэффициент загрузки трансформаторов.

Наивыгоднейшая загрузка цеховых трансформаторов зависит от категории надежности потребителей электроэнергии, от числа трансформаторов и способа резервирования. Рекомендуется принимать следующие коэффициенты загрузки трансформаторов:

- при преобладании нагрузок I категории для двухтрансформаторных ТП $K_3 = 0,65 - 0,7$;
- при преобладании нагрузок II категории для однострансформаторных подстанций в случае взаимно резервирования трансформаторов на низшем напряжении $K_3 = 0,7 - 0,8$;
- при преобладании нагрузок II категории и наличии централизованного (складского) резерва трансформаторов, а также при нагрузках III категории $K_3 = 0,9 - 0,95$.

В первых двух случаях значения коэффициентов загрузки трансформаторов определены из условия взаимного резервирования трансформаторов в аварийном режиме с учетом допустимой перегрузки оставшегося в работе трансформатора.

Принятые к установке силовые трансформаторы должны быть проверены на допустимые систематические перегрузки по условию:

$$S_{ном.т} < S_{ср.м} K_{п. доп},$$

На двухтрансформаторной подстанции дополнительно проверяется перегрузка трансформаторов в аварийном режиме аналогично трансформаторам ГПП или ПГВ по формуле $1,4S_{ном.т} > S_{max}$

Namечается два возможных варианта выбора мощности трансформаторов. Технические параметры записываются в табличной форме.

№ вар.	Капитальные вложения, тыс. руб.	Потери электроэнергии, кВт·ч	Эксплуатационные затраты, тыс. руб.		Приведенные затраты	
			Стоимость потерь	Амортизационные отчисления	тыс. руб.	%
I						

II						
----	--	--	--	--	--	--

Производятся расчеты по определению технико-экономических показателей.

Коэффициент загрузки в нормальном режиме: $K_{з,н} = S_{\max}/n \cdot S_{\text{НОМТ}}$

Коэффициент загрузки в послеаварийном режиме:

$$K_{з,ав} = 80\% \cdot (S_{\max}) / (S_{\text{НОМТ}} \cdot K_{д,п}).$$

Расчет токов короткого замыкания

Расчет токов КЗ в сетях до 1000 В удобнее выполнять в именованных единицах.

Алгоритм расчета токов КЗ в именованных единицах:

1. Составляется расчетная схема, на которую наносятся элементы системы электроснабжения и указываются все необходимые данные для расчета сопротивлений.

2. На основании расчетной схемы составляется схема замещения, на которой все элементы представлены в виде сопротивлений.

3. Производится расчет сопротивлений элементов в именованных единицах.

4. Находится результирующее сопротивление до точки КЗ.

5. Определяется $I_{п.о.}$, кА – сверхпереходной ток короткого замыкания, или действующее значение периодической составляющей токов короткого замыкания за первый период.

6. Определяется i_y , кА – ударный ток короткого замыкания, или амплитудное значение тока короткого замыкания за первый период.

При вычислении сопротивлений в именованных единицах все сопротивления должны быть приведены к базисному напряжению $U_б$, кВ. За величину $U_б$ принимается напряжение в месте КЗ. Складывать сопротивления, приведенные к разным $U_б$ категорически запрещено.

При расчетах пользуются средним значением напряжения. Шкала средних значений напряжений: 230; 115; 37; 10,5; 6,3; 3,15; 0,69; 0,525; 0,4; 0,23 кВ.

Выбор электрооборудования и токоведущих частей

Условия выбора электрических аппаратов напряжением выше 1000 В приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Условия выбора электрических аппаратов

Аппарат	U_n	I_n	$i_{дин}$	$I_{н.откл}$	$I_T^2 \cdot t_T$	$z_{2н}$ или $S_{2н}$
Выключатель	+	+	+	+	+	-
Разъединитель	+	+	+	-	+	-
Короткозамыкатель	+	-	+	-	+	-
Отделитель	+	+	+	-	+	-
Предохранитель	+	+	-	+	-	-

Выключательнагрузки	+	+	+	+	+	-
Разрядник	+	-	-	+	-	-
Трансформатортока	+	+	+	-	+	+
Трансформаторнапряжения	+	-	-	-	-	+
Опорныйизолятор	+	-	+	-	-	-
Проходнойизолятор	+	+	+	-	-	-
Реактор	+	+	+	-	+	-
Автоматическийвыключатель	+	+	-	+	-	-
Контактор	+	+	-	+	-	-
Магнитныйпускатель	+	+	-	+	-	-
Рубильник	+	+	+	+	+	-

Для проверки аппаратов и токоведущих частей на термическую стойкость при коротком замыкании необходимо определить величину теплового импульса короткого замыкания V_k , $\text{kA}^2 \cdot \text{с}$.

$$V_k = I_{п.о}^2 \cdot t_{откл} \quad (4.35)$$

где $I_{п.о}$ - сверхпереходной ток короткого замыкания, кА;
 $t_{откл}$ - действительное время протекания тока короткого замыкания, которое определяется конкретно для заданной точки схемы.

При проверке шин и кабелей на термическую стойкость определяется минимально допустимое сечение по нагреву током короткого замыкания:

$$S_{мин} \geq \sqrt{\frac{V_k}{C}} \quad (4.36)$$

где V_k - расчетная величина теплового импульса к.з., $\text{A}^2 \cdot \text{с}$;
 C - термический коэффициент (функция), $\text{A} \cdot \text{с}^{1/2} / \text{мм}^2$, равный для алюминиевых шин – 95; для кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией 6 кВ - 98 и 10 кВ - 100; то же, но с поли- этиленовой изоляцией – 62 и 65 соответственно.

Условия термической стойкости $S_{мин} \leq S_{выбр}$.

Расчет заземляющего устройства

Определяется величина сопротивления заземляющего устройства $R_{з\text{у}}$ в соответствии с требованиями ПУЭ:

а) для сетей напряжением 110 кВ и выше, работающих с глухим заземлением нейтрали, $R_{з\text{у}} \leq 0,5 \text{ Ом}$;

б) для сетей напряжением 6 - 35 кВ, работающих с изолированной нейтралью, сопротивление заземляющего устройства:

$$I_3 = \frac{U_3}{R_{3y} + I_3} \quad (4.37)$$

- где U_3 - 250 В, если заземляющее устройство выполняется только для сети с изолированной нейтралью;
 U_3 - 125 В, если заземляющее устройство выполняется общим для сети 6-35 кВ и сети напряжением ниже 1000В.

Величина этого тока может быть определена по формуле:

$$I_3 = \frac{I_n(35/k + I_b)}{350} \quad (4.38)$$

- где U_n - номинальное напряжение установки, кВ;
 I_k - суммарная длина электрически связанных кабельных линий, км;
 I_b - суммарная длина электрически связанных воздушных линий, км;

в) для сетей напряжением ниже 1000В $R_{3y} \leq 4$ Ом.

Если в проектируемой электроустановке имеются сети разных напряжений, за расчетную величину принимается наименьшее значение сопротивления заземляющего устройства.

Алгоритм расчета заземляющего устройства:

1. Принимается удельное сопротивление грунта ρ , Ом·м.
2. Определяются расчетные удельные сопротивления $\rho_{расч}$ с учетом повышающего коэффициента ψ , отражающего изменение сопротивления грунта при высыхании летом и промерзании зимой:

$$\rho_{расч} = \psi \cdot \rho \quad (4.39)$$

В качестве вертикальных заземлителей используются стержни из круглой стали диаметром 12 – 16 мм длиной $l = 5$ м.

3. Рассчитывается сопротивление одного вертикального заземлителя:

$$R_{0z} = \frac{\rho_{расч}}{2\pi \cdot l} \quad (4.40)$$

4. Определяется предварительное число вертикальных заземлителей:

$$n = \frac{R_{0z}}{a} \quad (4.41)$$

- где p - периметр контура, определяемый на основании плана подстанции, м;
 a - расстояние между вертикальными заземлителями следует принимать не менее длины заземлителя l или кратным длине, т.е. $a \geq l$

= 5; 10 м.

5. Проверяется величина сопротивления, которую обеспечат n заземлителей:

$$R_{3y} = \frac{R_0 \cdot \epsilon}{n \cdot \eta}, \quad (4.42)$$

где η - коэффициент использования заземлителей, зависящий от числа заземлителей в контуре и отношения a/l

Если расчетная величина меньше требуемой, расчет можно закончить. В противном случае следует увеличить число заземлителей и проверить величину R_{3y} , выбрав новый коэффициент использования.

Горизонтальный заземлитель (стальные полосы, соединяющие вертикальные заземлители) мало влияют на общее сопротивление заземляющего устройства, поэтому сопротивление можно не учитывать.

Методические указания к технологической части

Общая концепция системы планово-предупредительного ремонта энергетического оборудования

Система планово-предупредительного ремонта энергетического оборудования (далее – Система ППР ЭО) – это комплекс методических рекомендаций, норм и нормативов, предназначенных для обеспечения эффективной организации, планирования и проведения технического обслуживания (ТО) и ремонта энергетического оборудования.

Планово-предупредительный характер Системы ППР ЭО реализуется: проведением с заданной периодичностью ремонтов оборудования, сроки выполнения и материально-техническое обеспечение которых планируется за- ранее; проведением операций ТО и контроля технического состояния, направленных на предупреждение отказов оборудования и поддержание его исправности и работоспособности в интервалах между ремонтами.

На практике перечень оборудования, ремонт которого может быть основан только на принципах и стратегиях регламентированного ремонта, крайне узок. Фактически ремонт большей части оборудования неизбежно основан на сочетании (в различных пропорциях) регламентированного ремонта и ремонта по техническому состоянию. В этом случае «каркас» структуры ремонтного цикла определяется совокупностью элементов оборудования, ремонт которых основан на стратегиях регламентированного ремонта или ремонта по наработке. На полученную «жесткую» основу структуры ремонтного цикла накладываются (в «нежестком» варианте) сроки проведения ремонта элементов, обслуживаемых по техническому состоянию.

Наиболее перспективным методом ремонта оборудования для предприятий любых форм собственности является агрегатно-узловой метод, при ко-

тором неисправные сменные элементы (агрегаты, узлы и детали) заменяются новыми или отремонтированными, взятыми из оборотного фонда.

Своевременная замена неисправных агрегатов, узлов и деталей – реализация плано-предупредительной системы ремонта – наиболее успешно решается при внедрении технического диагностирования оборудования в процессе его ТО и ремонта.

Производственная эксплуатация оборудования

Под производственной эксплуатацией понимают стадию жизненного цикла оборудования, заключающуюся в использовании его по назначению. В стадию жизненного цикла оборудования входят следующие этапы: прием, монтаж, ввод в эксплуатацию, организация эксплуатации, служба в течение определенного срока, амортизация, хранение, выбытие оборудования.

Сроки службы оборудования

Сроки службы оборудования – это календарная продолжительность (годы и месяцы) периода, в течение которого использование оборудования считается полезным.

Сроки полезного использования основных фондов установлены постановлением Правительства РФ от 1 января 2002 № 1. Старые (1991 г.) амортизационные нормы упряднены.

Согласно этому постановлению все основные фонды сведены в десять амортизационных групп, для каждой из которых установлены сроки службы.

Содержание и планирование работ по техническому обслуживанию

Техническое обслуживание является основным и решающим профилактическим мероприятием, необходимым для обеспечения надежной работы оборудования между плановыми ремонтами и сокращения общего объема ремонтных работ. Оно предусматривает надзор за работой оборудования, уход за оборудованием, содержание оборудования в исправном состоянии, проведение плановых технических осмотров, технических регулировок, промывок, чисток, продувок и т. д. Техническое обслуживание проводится в процессе работы оборудования с использованием перерывов, нерабочих дней и смен. Допускается кратковременная остановка оборудования (отключение сетей) в соответствии с местными инструкциями.

Техническое обслуживание производится в соответствии с инструкцией завода-изготовителя или ПТЭ. При отсутствии заводской документации инструкции по ТО должны разрабатываться и утверждаться непосредственно на предприятии. Если в «Инструкции по рабочему месту» отражены вопросы ТО в соответствии с ГОСТ 2.601–68, то составление других инструкций не требуется.

Техническое обслуживание может быть регламентированным и нерегламентированным. В состав нерегламентированного ТО входят надзор за работой оборудования, эксплуатационный уход, содержание оборудования в исправном состоянии, включающие: соблюдение условий эксплуатации и режима работы оборудования в соответствии с инструкций завода-изготовителя; загрузку оборудования в соответствии с паспортными данными, недопущение перегрузки оборудования, кроме случаев, оговоренных в инструкции по эксплуатации; строгое соблюдение установленных при данных условиях эксплуатации режимов работы электросетей и всех систем трубопроводов; поддержание необходимого режима охлаждения деталей и узлов оборудования, подверженных повышенному нагреву; ежесменную смазку, наружную чистку и уборку эксплуатируемого оборудования и помещений; строгое соблюдение порядка останова энергетических агрегатов, установленного инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя, включение и отключение электросетей и всех систем трубопроводов; немедленную остановку оборудования в случае нарушений его нормальной работы, ведущих к вы-ходу оборудования из строя, принятие мер по выявлению и устранению таких нарушений; выявление степени изношенности легкодоступных для осмотра узлов и деталей и их своевременную замену; проверку нагрева контактных и трущихся

поверхностей, проверку состояния масляных и охлаждающих систем, продувку и дренаж труб проводов и специальных устройств; проверку исправности заземлений, отсутствия подтекания жидкостей и пропуска газов, состояния тепловой изоляции и противокоррозионной защиты, состояния ограждающих устройств и т. д.

Все обнаруженные при нерегламентированном ТО неисправности в работе оборудования должны быть зафиксированы бригадами (старшими звена слесарей или электрослесарей) в «Сменном журнале по учету выявленных дефектов и работ технического обслуживания» и устранены в кратчайшие сроки силами оперативного и оперативно-ремонтного персонала. Старшие мастера и мастера смен обязаны регулярно просматривать записи в сменном журнале и принимать меры по устранению указанных в нем неисправностей.

Регламентированное ТО проводится с установленной в эксплуатационной документации периодичностью, меньшей (или равной) периодичности текущего ремонта наименьшего ранга (объема). Продолжительность и трудоемкость регламентированного ТО не могут превышать аналогичные показатели для текущего ремонта наименьшей сложности.

Регламентированное ТО проводится по графикам, разработанным энергослужбой предприятия на основе ПТЭ и инструкций заводов– изготовителей энергетического оборудования. Регламентированное ТО реализуется в форме плановых ТО (возможно, различных видов), а также плановых технических осмотров, проверок, испытаний. Плановые ТО назначаются как самостоятельные операции лишь для отдельных видов энергетического оборудования и сетей с относительно большой трудоемкостью работ. В ходе планового ТО проводят контроль (диагностирование) оборудования, регулировки механизмов, чистку, смазку, продувку, добавку или смену изоляционных материалов и смазочных масел, выявляют дефекты эксплуатации и нарушения правил безопасности, уточняют составы и объемы работ, подлежащих выполнению при очередном капитальном или текущем ремонте.

Обнаруженные при плановом ТО отклонения от нормального состояния оборудования, не требующие немедленной остановки для их устранения, должны быть занесены в «Ремонтный журнал». Дефекты узлов и деталей, которые при дальнейшей эксплуатации оборудования могут нарушить его работоспособность или безопасность условий труда, должны немедленно устраняться.

Частным случаем регламентированного ТО являются плановые технические осмотры энергетического оборудования, проводимые инженерно-техническим персоналом энергетических служб с целью: проверки полноты и качества выполнения оперативным и оперативно-ремонтным персоналом операций по ТО энергетического оборудования; выявления неисправностей, которые могут привести к поломке или аварийному выходу оборудования из строя; установления технического состояния наиболее ответственных деталей и узлов машин и уточнения объема и вида предстоящего ремонта.

Проверки (испытания) как самостоятельные операции планируются лишь для особо ответственного энергетического оборудования. Их цель – контроль эксплуатационной надежности и безопасности оборудования и сетей в период между двумя очередными плановыми ремонтами, своевременное обнаружение и предупреждение возникновения аварийной ситуации, на- пример, испытания электрической прочности и измерения сопротивлений электрической изоляции, испытания на плотность и прочность сосудов и трубопроводов. Периодичность и состав проверок диктуются соответствующими правилами и инструкциями. Кроме того, в ряде случаев предусматриваются проверки для контроля точностных параметров, регламентируемых технологическими требованиями (проверки выходных параметров преобразователей для некоторых видов производств, проверки степени неуравновешенности роторов электродвигателей для прецизионного оборудования). В этом случае они носят название проверок на точность. В состав проверок могут включаться небольшие объемы регулировочных и наладочных работ. Для большей части оборудования и сетей проверки не планируются в качестве самостоятельных операций, а входят в состав плановых ремонтов. Объем проверок, как правило, должен включать в себя производство всех операций осмотра.

Методическое руководство ТО, контроль технического состояния оборудования и сетей энергохозяйства осуществляет ОГЭ. Перечни операций ТО, графики плановых технических осмотров, проверок, испытаний энергооборудования и т. п. разрабатываются ОГЭ.

В таблице приведены укрупненные нормативы трудозатрат на регламентированное ТО по видам оборудования (в человеко-часах трудоемкости технического обслуживания на каждые 100 человеко-часов трудоемкости капитального и текущего ремонта).

Нормативы трудозатрат на регламентированное техническое обслуживание

Виды оборудования	Нормативы трудозатрат на техническое обслуживание.
	чел.-ч ремонта
Электротехническое оборудование и электрические машины	7
Котельное и теплосиловое оборудование (котлы паровые и водогрейные, Паровые турбины, котлыутилизаторы и т.д.)	10
Компрессорное и насосноеоборудование	9
Трубопроводные сети и сооружения:	
наружные	9
внутренние	5
Воздуховоды, дымососы, вентиляторы, дефлекторы, зонты, вытяжные шкафы, укрытия, местные отсосы, калориферы и т. д.	3
Рукавные и кассетные фильтры, циклоны, скрубберы, пылеуловители, оросительные камеры и т. д.	13

Техническая диагностика оборудования

Техническое диагностирование (ТД) – элемент системы ППР, позволяющий изучать и устанавливать признаки неисправности (работоспособности) оборудования, устанавливать методы и средства, при помощи которых дается заключение (ставится диагноз) о наличии (отсутствии) неисправностей (дефектов). Действуя на основе изучения динамики изменения показателей технического состояния оборудования, ТД решает вопросы прогнозирования (предвидения) остаточного ресурса и безотказной работы оборудования в течение определенного промежутка времени.

Техническая диагностика исходит из положения, что любое оборудование или его составная часть может быть в двух состояниях –исправном и неисправном. Исправное оборудование всегда работоспособно, оно отвечает всем требованиям ТУ, установленных заводом-изготовителем. Неисправное (дефектное) оборудование может быть как работоспособно, так и неработоспособно, т. е. в состоянии отказа.

Ремонт оборудования

Плановые ремонты являются основным видом управления техническим состоянием и восстановлением ресурса оборудования. Плановые ремонты реализуются в виде текущих и капитальных ремонтов оборудования.

Текущий ремонт (Т) – это ремонт, осуществляемый для восстановления работоспособности оборудования и состоящий в замене и (или) восстановлении его отдельных составных частей.

В зависимости от конструктивных особенностей оборудования, характера и объема проводимых работ текущие ремонты могут подразделяться на первый текущий ремонт (Т1), второй текущий ремонт (Т2) и т. д. Перечень обязательных работ, подлежащих выполнению при текущем ремонте, должен быть определен в ремонтной документации

энергетического цеха (подразделения).

При текущем ремонте, как правило, выполняются: работы регламентированного ТО; замена (или восстановление) отдельных узлов и деталей; ремонт футеровок и противокоррозионных покрытий; ревизия оборудования; проверка на точность; ревизия арматуры и другие работы примерно такой же степени сложности.

Капитальный ремонт (К) – ремонт, выполняемый для обеспечения исправности и полного или близкого к полному восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые (под базовой понимают основную часть оборудования, предназначенную для компоновки и установки на нее других составных частей). Послеремонтный ресурс оборудования должен составлять не менее 80 % ресурса нового оборудования.

В объем капитального ремонта входят следующие работы: объем работ текущего ремонта; замена или восстановление всех изношенных агрегатов, узлов и деталей; полная или частичная замена изоляции, футеровки; выверка и центровка оборудования; послеремонтные испытания. Для выполнения капитального ремонта на предприятии должны иметься ТУ на каждое наименование ремонтируемого оборудования

Основными документами по планированию ремонта оборудования являются: ведомость годовых затрат на ремонты; годовой план-график ППР оборудования; месячный план-график-отчет ППР или месячный отчет о ремонтах.

Меры безопасности при эксплуатации электрооборудования и сетей объекта

Проектирование, монтаж, наладка, испытание и эксплуатация электрооборудования установок должны проводиться в соответствии с требованиями

«Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП), и «Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок и Федерального Закона «О лицензировании отдельных видов деятельности».

Рассмотрите организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при эксплуатации электрооборудования. Меры безопасности при выполнении отдельных работ.

3. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

3.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины	
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей и задач обучения по данной дисциплине
Форма промежуточной аттестации -	экзамен
Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины
	2) процедура проводится в рамках ВАРС, на последней неделе семестра
Основные условия получения обучающимся зачёта:	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине; 2) прошёл заключительное тестирование; 3) подготовил полнокомплектное учебное портфолио.
Процедура получения зачёта -	Представлены в Фонде оценочных средств по данной учебной дисциплине
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:	

3.2. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины

По итогам изучения дисциплины, обучающиеся проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями по дисциплине.

3.2.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение.

Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение обучающегося на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

3.2.2 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получено более 81% правильных ответов.
- оценка «хорошо» - получено от 71 до 80% правильных ответов.
- оценка «удовлетворительно» - получено от 61 до 70% правильных ответов.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.