

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.В.14 Эксплуатация электрооборудования и средств автоматики

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль образовательной программы Электрооборудование и электротехнологии

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Организация самостоятельной работы	3
2. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних задания	4
2.1 Темы индивидуальных домашних заданий.....	4
2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий.....	27
2.3 Пример выполнения заданий.....	28
3.Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов	29
4.Методические рекомендации по подготовке к занятиям	36
4.1 Лабораторная работа 1,2. Сборка и проверка схемы шкафа для нереверсивного управления асинхронным двигателем с помощью кнопочного поста.....	36
4.2 Лабораторная работа 3. Повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС, аварийный вывод в ремонт ОРУ-35 кВ и перевод питания потребителей 35 кВ по резервным схемам.....	36
4.4. Лабораторная работа 4,5. Сборка и проверка схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска.....	36

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п . .	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы (из табл. 5.1 РПД)				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельно изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие вопросы эксплуатации электрооборудования				2	2
2	Основы рационального выбора и использования электрооборудования				2	2
3	Теоретические основы эксплуатации электрооборудования и методы расчета надежности при проектировании и эксплуатации.				2	2
4	Диагностика электрооборудования				2	2
5	Диагностика электрооборудования				2	2
6	Техническая эксплуатация электрооборудования				2	2
7	Эксплуатация электротехнологического оборудования и эксплуатация пускозащитной аппаратуры и средств автоматики				2	2
8	Технология капитального ремонта электрооборудования				2	2
9	Технология капитального ремонта электрооборудования				3	2
10	Электротехническая служба сельскохозяйственных предприятий				2	2
11	Электротехническая служба сельскохозяйственных предприятий			10	15	15

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Индивидуальное домашнее задание выполняется в виде контрольной работы. Работа выполняется по вариантам. Для выполнения контрольной работы студент должен изучить все разделы дисциплины.

2.1 Темы индивидуальных домашних заданий

Вариант 1.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,9$ за 10 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало t_1 часов.

Требуется определить вероятность безотказной работы до момента t_2 , причем $At=t_2-t_1$.

Вариант 2.

Задание 1. Рассчитайте намагничающую обмотку и выберите сечение провода для сушки трансформатора ТМ-160/10-0,4, при условии: а) если бак трансформатора не утеплен; б) если бак трансформатора утеплен..

Задание 2. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=7$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Вариант 3.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 80%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 20 ООО ч использования составляет $P=0,90$.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 80 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +5 °C.

Вариант 4.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов

электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=9$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $r=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Вариант 5.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,85$ за 10 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=90$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $r=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=70$ мм².

Вариант 6.

Задание 1. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 70 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +9 °С.

Задание 2. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Вариант 7.

Задание 1. Оборудование состоит из шести последовательно соединенных равнодежных элементов, вероятность безотказной работы которых равна 0,89. Необходимо определить вероятность безотказной работы оборудования.

Задание 2. Рассчитайте намагничивающую обмотку и выберите сечение провода для сушки трансформатора ТМ-160/10-0,4, при условии: а) если бак трансформатора не утеплен; б) если бак трансформатора утеплен.

Вариант 8.

Задание 1. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить

дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: А, Q, Р, k.

Задание 2. Определить величину коэффициента заполнения суточного графика нагрузки, если известно, что показания счетчиков активной и реактивной нагрузки составляют, соответственно, 1600 и 2200 кВА, показания счетчиков определены за 24 часа.

Вариант 9.

Задание 1. В технических условиях на магнитные пускатели ПМЕ указана вероятность безотказной работы $P(t)=0,92$ за 5 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 2,5 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,2. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 10.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 85%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 20 ООО ч использования составляет $P=0,90$.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало t_1 часов.

Требуется определить вероятность безотказной работы до момента t_2 , причем $At=t_2-t_1$.

Вариант 11.

Задание 1. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=130$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=55$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=70$ мм².

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 2,5 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,3. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 12.

Задание 1. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 120 мкс.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 95 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +9 °С.

Вариант 13.

Задание 1. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный граф состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,25. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 14.

Задание 1. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный граф состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Задание 2. Определить величину коэффициента заполнения суточного графика нагрузки, если известно, что показания счетчиков активной и реактивной нагрузки составляют, соответственно, 1600 и 2200 кВА, показания счетчиков определены за 24 часа.

Вариант 15.

Задание 1. В технических условиях на магнитные пускатели ПМЕ указана вероятность безотказной работы $P(t)=0,95$ за 6 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало t_1 часов. Требуется определить вероятность безотказной работы до момента t_2 , причем $At=t_2-t_1$.

Вариант 16.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,75$ за 9 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=95$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное

сопротивление материала жилы кабеля $r=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=40$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=70$ мм².

Вариант 17.

Задание 1. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 100 мкс.

Задание 2. В эксплуатацию: принято $N=50$ электродвигателей с вероятностью безотказной работы $P(t)=0,91$ за 20 ООО часов наработка. Необходимо определить ожидаемое число отказавших двигателей за 1 год эксплуатации при использовании оборудования в течение 1 ООО часов-в год.

Вариант 18.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Задание 2. Резервирование оборудования осуществляется через четыре равнонадежных канала, вероятность безотказной работы которых равна 0,90. Определить надежность работы такой системы.

Вариант 19.

Задание 1. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $r=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=55$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=85$ мм².

Задание 2. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda=0,7$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 50$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

λ - среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая бы была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Вариант 20.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 90%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 20 ООО ч использования составляет $P=0,90$.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=85$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $r=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=70$ мм².

Вариант 21.

Задание 1. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda=0,8$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 60$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_1 , а также

λ - среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая бы была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 1400 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,5.

Вариант 22.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 95 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +6 °С.

Вариант 23.

Задание 1. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,2. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Задание 2. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 90 мкс.

Вариант 24.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 80%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 10 ООО ч использования составляет $P=0,90$.

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 2,0 часам, наработка на отказ равна 880 часов и коэффициент профилактики равен 0,2. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 25.

Задание 1. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=45$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=85$ мм².

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3,5 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,75.

Вариант 26.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами

на 80%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 20 ООО ч использования составляет $P=0,85$.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=110$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=55$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Вариант 27.

Задание 1. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda=0,6$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 50$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_1 , а также

λ - среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая бы была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 185 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,65.

Вариант 28.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,95$ за 15 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 2,5 часам, наработка на отказ равна 960 часов и коэффициент профилактики равен 0,3. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 29.

Задание 1. В эксплуатацию: принято $N=50$ электродвигателей с вероятностью безотказной работы $P(t)=0,85$ за 10 ООО часов наработки. Необходимо определить ожидаемое число

отказавших двигателей за 1 год эксплуатации при использовании оборудования в течение 1 ООО часов-в год.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 4,5 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,75.

Вариант 30.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,85$ за 9 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Вариант 31.

Задание 1. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 90 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +12 °C.

Задание 2. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda=0,6$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 60$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

λ - среднее число заявок, обрабатываемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая бы была, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Вариант 32.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами

на 85 %. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 20 ООО ч использования составляет $P=0,89$.

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,2. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 33.

Задание 1. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 190 мкс.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 170 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,85.

Вариант 34.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,9$ за 10 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. В эксплуатацию: принято $N=30$ электродвигателей с вероятностью безотказной работы $P(t)=0,91$ за 10 ООО часов наработки. Необходимо определить ожидаемое число отказавших двигателей за 1 год эксплуатации при использовании оборудования в течение 1 ООО часов в год.

Вариант 35.

Задание 1. В технических условиях на магнитные пускатели ПМЕ указана вероятность безотказной работы $P(t)=0,92$ за 10 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 4 часа и величина максимального тока нагрузки равна 175 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,8.

Вариант 36.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Вариант 37.

Задание 1. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda=0,8$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 60$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

λ - среднее число заявок, обрабатываемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Задание 2. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,95$ за 15 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Вариант 38.

Задание 1. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,25. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Задание 2. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 90%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 25 ООО ч использования составляет $P=0,90$.

Вариант 39.

Задание 1. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=90$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=55$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=78$ мм².

Вариант 40.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,9$ за 26 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=195$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=70$ мм².

Вариант 41.

Задание 1. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,25. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Задание 2. В эксплуатацию: принято $N=45$ электродвигателей с вероятностью безотказной работы $P(t)=0,87$ за 20 ООО часов наработки. Необходимо определить ожидаемое число отказавших двигателей за 1 год эксплуатации при использовании оборудования в течение 1 ООО часов в год.

Вариант 42.

Задание 1. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 200 мкс.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало 1 ООО часов. Требуется определить вероятность безотказной работы до момента 2 ООО часов, если известно, что интенсивность отказов оборудования равна 0,003 ч⁻¹.

Вариант 43.

Задание 1. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,5 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,28. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 5 часа и величина максимального тока нагрузки равна 200 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6.

Вариант 44.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=55$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=85$ мм².

Вариант 45.

Задание 1. В технических условиях на магнитные пускатели ПМЕ указана вероятность безотказной работы $P(t)=0,95$ за 15 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda=0,85$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 40$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

Λ - среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Вариант 46.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,95$ за 15 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный граф состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Вариант 47.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=7$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады.

Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6.

Вариант 48.

Задание 1. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 90 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +10 °C.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Вариант 48.

Задание 1. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,25. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало 1 ООО часов. Требуется определить вероятность безотказной работы до момента 3 ООО часов, если известно, что интенсивность отказов оборудования равна 0,003 ч⁻¹.

Вариант 49.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,95$ за 10 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,3. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 50.

Задание 1. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Задание 2. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=7$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Вариант 51.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Задание 2. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром τ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Вариант 52.

Задание 1. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=90$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $r=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=40$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Задание 2. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 110 мкс.

Вариант 53.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=10$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 90 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +10 °С.

Вариант 54.

Задание 1. В эксплуатацию: принято $N=50$ электродвигателей с вероятностью безотказной работы $P(t)=0,94$ за 22 ООО часов наработка. Необходимо определить ожидаемое число отказавших двигателей за 1 год эксплуатации, при использовании оборудования в течение 1 ООО часов-в год.

Задание 2. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 175 мкс.

Вариант 55.

Задание 1. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 150 мкс.

Задание 2. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=8$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Вариант 56.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,9$ за 25 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром c . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Вариант 57.

Задание 1. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 80 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +7 °C.

Задание 2. В эксплуатацию: принято $N=55$ электродвигателей с вероятностью безотказной работы $P(t)=0,91$ за 25 ООО часов наработка. Необходимо определить ожидаемое число отказавших двигателей за 1 год эксплуатации при использовании оборудования в течение 1 ООО часов в год.

Вариант 58.

Задание 1. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda=0,7$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 70$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

Λ - среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало t_1 часов.

Требуется определить вероятность безотказной работы до момента t_2 , причем $At=t_2-t_1$.

Вариант 59.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=9$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Вариант 60.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,9$ за 15 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6.

Вариант 61.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 80%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 25 ООО ч использования составляет $P=0,93$.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало 2 ООО часов. Требуется определить вероятность безотказной работы до момента 3 ООО часов, если известно, что интенсивность отказов оборудования равна $0,003 \text{ ч}^{-1}$.

Вариант 62.

Задание 1. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6.

Вариант 63.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\lambda_0=6$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа = 0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Вариант 64.

Задание 1. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda = 0,6$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 50$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

Λ - среднее число заявок, обрабатываемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая бы была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 150 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,5.

Вариант 65.

Задание 1. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,2. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Задание 2. В эксплуатацию: принято $N=40$ электродвигателей с вероятностью безотказной работы $P(t)=0,95$ за 20 ООО часов наработки. Необходимо определить ожидаемое число отказавших двигателей за 1 год эксплуатации при использовании оборудования в течение 1 ООО часов в год.

Вариант 66.

Задание 1. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 150 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,5.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 4 часа и величина максимального тока нагрузки равна 180 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6.

Вариант 67.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,85$ за 10 ООО часов наработка. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 220 мкс.

Вариант 68.

Задание 1. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Задание 2. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=10$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Вариант 69.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 80%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 15 ООО ч использования составляет $P=0,80$.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 75 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +12 °С.

Вариант 70.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=6$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало t_1 часов.

Требуется определить вероятность безотказной работы до момента t_2 , причем $A(t)=t_2-t_1$.

Вариант 71.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\lambda_0=10$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Вариант 72.

Задание 1. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный граф состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=40$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=85$ мм².

Вариант 73.

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,9$ за 18 000 часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,2. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 74.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 90 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +8 °C.

Вариант 75.

Задание 1. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=120$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $\rho=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Задание 2. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $A=0,6$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 45$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

A - среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Вариант 75.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии АИР, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 85%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 10 ООО ч использования составляет $P=0,90$.

Задание 2. Оборудование безотказно проработало t_1 часов. Требуется определить вероятность безотказной работы до момента t_2 , причем $At=t_2-t_1$.

Вариант 76.

Задание 1. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью X . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить

дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: А, Q, Р, k.

Задание 2. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 5 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,8.

Вариант 77.

Задание 1. Электротехническая служба хозяйства имеет две бригады, выполняющие все виды работ по обслуживанию электрооборудования. Интенсивность потока отказов электрооборудования одинакова и равна $\Lambda_0=5$ заявок в сутки. Среднее время устранения неисправности (обслуживания поступившей заявки) = 2,4 часа=0,1 суток. Было решено для уменьшения очереди, ускорения обслуживания поступившей заявки специализировать бригады. Считая в первом приближении все потоки события простейшими, Необходимо проверить разумность этого предположения.

Задание 2. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный максимальный ток кабеля $I_M=100$ А; число жил кабеля $n=3$; удельное сопротивление материала жилы кабеля $r=0,021347$ Ом·мм²/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля $S_k=50$ град·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля $q=75$ мм².

Вариант 78

Задание 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $F(t)=0,75$ за 10 ООО часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Задание 2. Одноканальная СМО с отказами представляет собой группу дежурного обслуживания, в которой дежурит один электромонтер, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $A=0,6$ вызов/час. Средняя продолжительность устранения неисправности $\Gamma_{обса} = 50$ мин; время устранения имеет показательное распределение. Необходимо найти финальные вероятности состояний СМО: p_0 и p_i , а также

A - среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени (абсолютную пропускную способность);

Q - вероятность обслуживания поступившей заявки (относительную пропускную способность);

$P_{от}$ - вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена.

k - среднее число занятых каналов.

Сравнить пропускную способность СМО с номинальной, которая была бы, если бы устранение неисправности длилось в точности 45 минут, а заявки шли одна за другой регулярно без перерывов.

Вариант 79.

Задание 1. Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной загрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение.

Задание 2. Известно, что в процессе эксплуатации среднее время восстановления оборудования равно 3,0 часам, наработка на отказ равна 860 часов и коэффициент профилактики равен 0,25. Определить коэффициент готовности и коэффициент технического исполнения.

Вариант 80.

Задание 1. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-100/10-0,4 установленного в помещении, если максимальная нагрузка летом составляет 85 кВА. Среднегодовая температура для данной местности равна +7 °C.

Задание 2. На вход одноканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Время обслуживания - показательное с параметром μ . В начальный момент времени $t=0$ канал свободен. Построить размеченный график состояний СМО. Написать и решить дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Найти финальные вероятности состояний и (для установившегося режима) характеристики эффективности СМО: A , Q , P , k .

2.2 Содержание индивидуальных домашних заданий

При выполнении контрольной работы возможно представление таблицы распределения заданий между обучающимися.

Таблица 1. Распределение заданий

Номер п/п	Номер вариантов						
01	1	2	21	4	41	6	61
02	2	2	22	4	42	6	62
03	3	2	23	4	43	6	63
04	4	2	24	4	44	6	64
05	5	2	25	4	45	6	65
03	6	2	26	4	46	6	66
07	7	2	27	4	47	6	67
08	8	2	28	4	48	6	68
09	9	2	29	4	49	6	69
10	10	3	30	5	50	7	70
		0		0		0	

11	11	3	31	5	51	7	71
12	12	3	32	5	52	7	72
13	13	3	33	5	53	7	73
14	14	3	34	5	54	7	74
15	15	3	35	5	55	7	75
16	16	3	36	5	56	7	76
17	17	3	37	5	57	7	77
18	18	3	38	5	58	7	78
19	19	3	39	5	59	7	79
20	20	4	40	6	60	8	80

2.3 Пример выполнения задания

Определить данные для намагничивающей обмотки трансформатора типа ТМ 1800/10. Периметр бака $L=4,66$ М, площадь его поверхности $F=14,6$ м². Бак трансформатора утеплен, температура окружающей среды равна 20°C, высота бака равна 3,1 М.

Решение.

а) Мощность, необходимая для сушки трансформатора, определяется из выражения:

$$P = K_T F(t_k - t_0) = 5 * 14,6(100 - 20) = 5840 \text{ Вт}$$

Высота обмотки $h=(0,4...0,6)H=(0,4...0,6)*3,1=1,4$ М.

Площадь поверхности бака, занятая обмоткой,
 $F_0=Lh=1,4*4,66=6,5$ м²;

б) удельный расход мощности определяется из выражения:

$$\Delta P = \frac{P}{F_0} = \frac{5840}{6,5} = 900 \text{ Вт/м}^2$$

в) по формуле $A = 1,8298AP^{-0,3509} = 1,8298*900^{-0,3509} = 1,90$ м/В:

г) зная значение коэффициента «A» и подводимое напряжение «U», определяют число витков намагничивающей обмотки:

$$W = \frac{AU}{L} = \frac{1,9 * 127}{4,66} 52 \text{ витка;}$$

д) ток сушки определят из выражения

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{5840}{127 * 0,6} 77 \text{ А}$$

е) Выбор сечения и марки провода для намагничивающей обмотки производится из следующих соображений. Для изготовления намагничивающей обмотки используем провод марки «ПР». Плотность тока для проводов марок «ПР» колеблется в диапазоне от 3 до 6 А/мм². Зная допустимое значение плотности тока в намагничивающей обмотке, можно определить сечение проводника из следующего выражения:

$$q = \sim 1 - l = 26 + 13 \text{ мм}^2.$$

$$g = \frac{I}{\Delta} = \frac{77}{3 \div 6} = 26 \div 13 \text{ мм}^2$$

На основании расчетов принимаем для намагничивающей обмотки провод марки «ПР» сечением 25 или 16 мм^2 .

Для циркуляции в баке нагретого воздуха на крышке устанавливают вытяжную трубу высотой 1,5-2 м, а внизу бака открывают одно из отверстий. Температура контролируется термометрами. Сушка ведется непрерывно. Периодически замеряю сопротивление изоляции обмоток, и если оно в течение 6-8 часов не меняет своей величины при постоянной температуре в баке 105°C, сушку считают законченной.

Отремонтированный и высушенный трансформатор подвергают окончательным (выпускным) испытаниям. Их результаты заносятся в паспорт отремонтированного трансформатора.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

3.1 Характеристика внешней среды и качества электрической энергии, их дестабилизирующее воздействие на работу электрооборудования.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

В процессе эксплуатации на электрооборудование воздействуют многие факторы. Те из них, которые ухудшают его свойства и снижают надежность, называют дестабилизирующими воздействиями. Их число велико особенно в условиях сельского хозяйства. Наибольшее дестабилизирующее воздействие оказывают: окружающая среда, характер нагрузки, качество электрической энергии, нестабильная занятость в течение года и суток.

Условия эксплуатации — это совокупность всех внешних факторов, от которых зависит эффективность эксплуатации электрооборудования. К ним относят условия использования, окружающей среды, электроснабжения и обслуживания.

Условия использования зависят от особенностей технологического объекта. Их оценивают режимом работы, характером и уровнем нагрузки, занятости в течение суток, месяца и года, а также ответственности объекта, которую характеризуют размером технологического ущерба, возникающего при отказе электрооборудования.

Условия окружающей среды определяют дестабилизирующие воздействия на электрооборудование в период работы и простоя. В этой группе выделяют климатические условия, место размещения, запыленность, загазованность, влажность, уровень вибрации и другие воздействия, вызывающие ухудшение свойств электрооборудования.

Условия электроснабжения влияют на надежность работы электрооборудования. Их характеризуют качеством напряжения в установленном и пусковом режимах.

Условия обслуживания определяют качество технического обслуживания, текущего и капитального ремонта, оперативность устранения отказов и затраты ресурсов на все эксплуатационные работы.

Электротехническая служба должна компенсировать дестабилизирующие воздействия и поддерживать работоспособность электрооборудования на требуемом уровне. К воздействиям относят: правильное комплектование электроустановок, качественное и своевременное проведение технического обслуживания и ремонта, соблюдение нормативов хранения, правильный выбор режимов использования, своевременную замену и модернизацию оборудования.

Можно считать, что главной проблемой технической эксплуатации электрооборудования служит выбор и реализация мер по устранению или ослаблению дестабилизирующих воздействий.

3.2 Выбор устройств защиты.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Степень защиты от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса электротехнических изделий, от попадания посторонних предметов и проникновения в корпус влаги в соответствии с ГОСТ 14254-69 условно характеризуется буквами IP и двумя цифрами (например, IP23, IP54 и т.н.). Эти обозначения проставляют на корпусах изделий или на табличках с паспортными данными.

Первая цифра после IP обозначает степень защиты от соприкосновения персонала с движущимися частями оборудования и от попадания внутрь его твердых посторонних тел. Это обозначение расшифровывается следующим образом:

О - отсутствует защита от возможности соприкосновения персонала с токоведущими частями и движущимися частями внутри оболочки и от попадания под корпус посторонних тел;

1-защита от случайного прикосновения большого участка поверхности тела с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Отсутствует защита от преднамеренного доступа к этим частям. Защита оборудования от попадания крупных твердых посторонних тел диаметром не менее 52,5 мм;

2-защита от возможности соприкосновения пальцев человека с токоведущими и движущимися частями внутри корпуса. Защита оборудования от попадания твердых посторонних тел среднего размера диаметром не менее 12,5 мм;

1. защита от соприкосновения инструментов, проволоки и других подобных предметов, толщина которых превышает 2,5 мм, с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Защита оборудования от падения мелких твердых посторонних тел диаметром не менее 2,5 мм;

2. защита от соприкосновения инструментов, проволоки и других посторонних предметов, толщина которых превышает 1 мм;

3. полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса. Защита оборудования от вредных отложений, пыли

6 - полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса, и полная защита оборудования от попадания пыли.

Вторая цифра обозначает степень защиты оборудования от проникновения внутрь корпуса воды и расшифровывается следующим образом;

О - защита оборудования от проникновения воды внутрь корпуса отсутствует;

-защита от капель сконденсированной воды. Капли сконденсированной воды, вертикально падающие на корпус, не должны оказывать вредного воздействия на оборудование;

2-защита от капель воды. Капли воды, падающие на корпус, наклоненный под углом не более 15° к вертикали, не должны оказывать вредного действия на оборудование;

-защита от дождя. Дождь, падающий на корпус, наклоненный под углом не более 60° к вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на оборудование;

1. защита от брызг. Брызги воды любого направления, по падающие на корпус, не должны оказывать вредного воздействия на оборудование;

2. защита от водных струй. Вода, выбрасываемая через наконечник на оборудование в любом направлении при условиях, указанных в стандартах на отдельные виды электрооборудования, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование.

3.3 Решение эксплуатационных задач методами теории надежности.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Расчет надежности — процедура определения значений показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности элементов объекта, по данным о надежности объектов-аналогов, данным о свойствах материалов и другой информации, имеющейся к моменту расчета.

Структурные методы являются основными методами расчета показателей надежности в процессе проектирования объектов, поддающихся разукрупнению на элементы, характеристики надежности, которых в момент проведения расчетов известны или могут быть определены другими методами. Расчет показателей надежности структурными методами в общем случае включает:

- представление объекта в виде структурной схемы, описывающей логические соотношения между состояниями элементов и объекта в целом с учетом структурно-

функциональных связей и взаимодействия элементов, принятой стратегии обслуживания, видов и способов резервирования и других факторов;

- описание построенной структурной схемы надежности объекта адекватной математической моделью, позволяющей в рамках введенных предположений и допущений вычислить показатели надежности объекта по данным о надежности его элементов в рассматриваемых условиях применения.

В качестве структурных схем надежности могут применяться:

- схемы функциональной целостности;
- структурные блок-схемы надежности;
- деревья отказов;
- графы состояний и переходов.

3.4 Пути повышения эксплуатационной надежности.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Надежность машин в первую очередь определяется прочностью и жесткостью конструкции.

Рациональными способами повышения прочности, не требующими увеличения веса, являются: применение выгодных профилей и форм, максимальное использование прочности материала, по возможности равномерная нагрузка всех элементов конструкции.

Целесообразные способы повышения жесткости - правильный выбор схемы нагружения, рациональная расстановка опор, приданье конструкциям жестких форм.

Безаварийность работы и длительность межремонтных сроков во многом зависят от правильности эксплуатации, бережного отношения к машине, тщательных уходов, своевременной профилактики, предотвращения перегрузок. Но было бы неправильным всецело полагаться на качество обслуживания. Условия правильной эксплуатации машины должны быть заложены в ее конструкции. Должна быть обеспечена надежная работа даже в условиях недостаточно квалифицированного обслуживания. Если машина портится в неумелых руках, это значит, что конструкция недостаточно продумана со стороны надежности.

3.5 Диагностика электрооборудования (основные понятия, параметры диагностирования, методы и технические средства диагностики, техническая диагностика электрооборудования, перспективы совершенствования систем диагностики).

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Системы диагностирования (СД) - это совокупность объекта, способов и средств диагностирования. По назначению и виду решаемой диагностической задачи их условно разделяют на профилактические, дифференциальные, функциональные и прогнозирующие.

Профилактические СД предназначены для выявления в процессе эксплуатации дефектных деталей и элементов, выработавших свой ресурс, т.е. тех элементов объекта, параметры которых близки к предельно допустимым значениям.(для выявления слабых мест объекта без вывода его в ремонт). С этой целью систе матически проводят плановые профилактические испытания.

Дифференциальные СД служат для обнаружения отдельных неисправностей при плановом техническом обслуживании и ремонте электрооборудования. По полученным результатам уточняют вид необходимого ремонта (текущий или капитальный) и состав его операций. Для дифференциального диагностирования применяют приборы общего и специального назначения. Простейшие омметры (мегомметры) позволяют выявлять неисправности типа обрыв, замыкание в проводах, контактах, изолирующих и других элементах электрооборудования. Специальные приборы контроля влажности (ПКВ) позволяют определить степень увлажнения изоляции, а приборы типа высокочастотного измерителя (ВЧФ) - витковые замыкания в обмотках электрических машин. Кроме того, дифференциальное диагностирование проводят при помощи таблиц характерных неисправностей, которые есть в справочной литературе или в техническом описании конкретного электрооборудования.

Функциональные СД предназначены для оценки качества функционирования и работоспособности путем определения комплекса эксплуатационных свойств (характеристик) электрооборудования при контрольных, типовых или специальных испытаниях и сопоставления их с номинальными или нормируемыми значениями. Например, при контрольных испытаниях асинхронного двигателя определяют сопротивление обмоток постоянному току, сопротивление

изоляции, ток и потери холостого хода, напряжение и потери короткого замыкания. Если измеренные параметры находятся в пределах установленных допусков, то двигатель признается работоспособным.

Прогнозирующие СД позволяют предсказать состояние изделия в будущем и определить вероятный момент появления отказа. Для этого оценивают остаточный ресурс элементов на основании информации о закономерностях изменения параметров в период, предшествующий прогнозу. Например, для подшипника известно фактическое и предельное значение зазора. Разделив разность этих значений на скорость изнашивания подшипника, получаем его остаточный ресурс, по которому легко определить ожидаемую дату отказа подшипника. Однако надежное прогнозирование освоено лишь для простейших случаев. При эксплуатации электрооборудования создание прогнозирующих СД связано с рядом методических трудностей, обусловленных сложностью процессов старения и износа электроустановок.

В известной мере прогнозирование реализуется при профилактическом испытании, так как статистические данные подтверждают высокую вероятность безотказной работы до очередного испытания того электрооборудования, которое успешно выдержало текущее профилактическое испытание.

Одно из главных направлений дальнейшего совершенствования технической эксплуатации энергооборудования в сельском хозяйстве - более широкое внедрение в практику СД. Уже сейчас в целом профилактическая система ППРЭсх предусматривает для отдельных видов электрооборудования в составе работ по техническому обслуживанию контроль с целью прогнозирования его состояния до следующего технического обслуживания. В последующем СД позволит перейти к более прогрессивной по-слеосмотровой эксплуатации.

3.6 Диагностика электрооборудования (основные понятия, параметры диагностирования, методы и технические средства диагностики, техническая диагностика электрооборудования, перспективы совершенствования систем диагностики).

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Техническая диагностика — наука о методах и средствах распознавания технического состояния и обнаружения неисправностей (дефектов) изделий.

Техническое диагностирование — это процесс распознавания состояния объекта, конечным результатом которого служит заключение о техническом состоянии объекта, то есть какой-либо технический диагноз: асинхронный двигатель исправен, в обмотке фазы С1, С4 имеется витковое замыкание; изоляция увлажнена и т.п.

Диагностические и контролируемые параметры (признаки) -это характеристики объекта, используемые для определения его технического состояния. Определяющие диагностические параметры - такие параметры, которые дают наиболее полные сведения о работоспособности объекта, оценивая его состояние в целом (например, температура нагрева двигателя характеризует его общее состояние). Вспомогательные параметры оценивают лишь отдельные свойства объекта или место неисправности (например, сопротивление изоляции характеризует лишь состояние электрической части электрооборудования).

Способ (алгоритм) диагностирования — это совокупность и последовательность действий (экспериментов), позволяющих определить техническое состояние объекта. При эксперименте на объект осуществляют некоторое воздействие и измеряют диагностические параметры или контролируют диагностические признаки. По результатам наблюдений определяют состояние объекта. Например, испытывая изоляцию повышенным напряжением и наблюдая за током утечки, делают заключение об ее исправности.

3.7. Способы повышения эксплуатационной надежности

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Основные причины выхода из строя электродвигателей в сельском хозяйстве — это несоответствие условиям среды, неполнофазные режимы, аварийные перегрузки и недостаточный уровень эксплуатации.

Для устранения первой причины принимают следующие меры:
выпускают электродвигатели повышенной надежности;
модернизируют электродвигатели старых серий;

выносят электродвигатели за пределы влажной агрессивной среды;
включают электродвигатель в сеть через конденсаторы;
защищают электродвигатели от аварийных технологических перегрузок, заклиниваний ротора и неполнофазных режимов работы;
контролируют уровень изоляции электроустановок;
своевременно проводят техническое обслуживание и текущий ремонт электродвигателей.
Повышенная надежность двигателей, заводы выпускают электродвигатели узкоспециализированного исполнения для условий сельскохозяйственного производства.

Опыт эксплуатации показывает, что в наиболее тяжелых условиях работы в животноводстве срок службы электродвигателей сельскохозяйственного исполнения и электродвигателей новой, четвертой серии общепромышленного исполнения достигает 8 лет, а второй серии общепромышленного исполнения — всего 1...2 лет.

3.8 Эксплуатация трансформаторного масла.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Электрическая прочность является одной из основных характеристик масла, которая определяется по пробивному напряжению. Для свежего масла пробивное напряжение должно быть не менее 30 кВ. Снижение пробивного напряжения свидетельствует, как правило, о загрязнении масла водой, воздухом, волокнами и другими примесями.

Тангенс угла диэлектрических потерь ($\tg \delta$) характеризует свойства трансформаторного масла как диэлектрика. Диэлектрические потери характеризуют его качество и степень очистки свежего масла, а в процессе эксплуатации — степень его загрязнения и старения. Ухудшение диэлектрических свойств (увеличение $\tg \delta$) приводит к снижению изоляционных характеристик трансформатора в целом.

Цвет масла у большинства масел светло-желтый. Темный цвет свежего масла характеризует отклонения в технологии его изготовления на заводе. Цвет масла используется для ориентировочной оценки его качества как в отечественной, так и в зарубежной практике.

Механические примеси — нерастворенные вещества, содержащиеся в масле в виде осадка или взвешенном состоянии. Это — волокна, пыль, продукты растворения в масле компонентов, применяемых в конструкции трансформатора (лаков, красок и т.п.). Другие примеси появляются в масле после внутренних повреждений трансформатора (электрической дуги, мест перегревов) в виде обуглившихся частиц. По мере старения в масле накапливается шлам, который, осаждаясь на изоляции, ухудшает ее диэлектрические свойства.

Благосодержание как показатель состояния масла тщательно контролируется в эксплуатации. Ухудшение этого показателя свидетельствует о потере герметичности трансформатора или о его работе в недопустимом нагружочном режиме (интенсивном старении изоляции под воздействием значительных температур).

Температура вспышки масла характеризует степень его испаряемости. В эксплуатации она постепенно увеличивается за счет улетучивания легких фракций. Температура вспышки для обычных трансформаторных товарных масел колеблется в пределах 130... 150°C, а для арктического масла от 90 до 115 °C и зависит от упругости их насыщенных паров. В отношении пожарной безопасности большую роль играет *температура самовоспламенения* — это температура, при которой масло при наличии воздуха над поверхностью загорается самопроизвольно без поднесения пламени, температура самовоспламенения трансформаторных масел составляет 350...400°C.

Кислотное число масла — это количество едкого кали (КОН), выраженного в миллиграммах, необходимое для нейтрализации свободных кислот в 1 г масла. Этот показатель характеризует степень старения масла, о чем свидетельствует появление в нем кислотных соединений. Кислотное число не должно превышать 0,25 мг КОН на 1 г масла.

Водорастворимые кислоты и щелочи, содержащиеся в масле, свидетельствуют о его низком качестве. Они могут образовываться в процессе изготовления масла при нарушении технологии производства, а также в процессе эксплуатации в результате его окисления. Эти кислоты вызывают коррозию металла и ускоряют старение изоляции.

Стабильность проверяется в эксплуатации при получении партий свежего масла путем проведения его искусственного старения (окисления) в специальных аппаратах. Стабильность

масла характеризует его долголетие, т.е. срок службы, и определяется двумя показателями — процентным содержанием осадка и кислотным числом.

Температура застывания проверяется для трансформаторных масел, работающих в северных районах. Это наибольшая температура, при которой масло застывает настолько, что при наклоне пробирки под углом 45° его уровень в течение 1 мин остается неизменным. Недопустимое повышение вязкости масла из-за снижения температуры окружающего воздуха может стать причиной повреждения подвижных элементов конструкции трансформатора (маслонасосов, РПН), а также ухудшает теплообмен, что приводит к перегреву и старению изоляции (особенно витков) токо-ведущих частей трансформатора.

Газосодержание масла в герметичных трансформаторах должно соответствовать нормам. Измерение суммарного газосодержания производится с помощью хроматографа. Косвенно по этому показателю определяется герметичность трансформатора. Повышение содержания газа (в том числе воздуха) в масле приводит к ухудшению его свойств: возрастанию интенсивности окисления масла кислородом воздуха и, кроме того, некоторому снижению электрической прочности изоляции активной части трансформатора.

Плотность определяется для расчета массы поступившего на предприятие масла. Она характеризует содержание ароматических углеводородов, т.е. восприимчивость масел к присадкам, их гигроскопичность, сопротивляемость воздействию электрического поля и др.

Вязкость характеризует подвижность масла при температурных колебаниях в трансформаторе. Из-за ухудшения вязкости нарушается теплообмен в трансформаторе, ускоряется старение изоляции, возрастает сопротивление подвижным элементам конструкции трансформатора (например, устройств РПН).

3.9. Сушка трансформаторов потребительских подстанций

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Сушку трансформаторов производят по результатам предварительных испытаний. Твердая изоляция трансформаторов состоит в основном из органических волокнистых материалов (картон, бумага, хлопчатобумажная пряжа, дерево и т.п.), которые характеризуются значительной пористостью и влагопоглощаемостью. При длительной выдержке в условиях повышенной влажности они увлажняются и их диэлектрические свойства ухудшаются, что вызывает необходимость сушки трансформаторов. Сушке следует подвергать трансформаторы, изоляция которых подверглась увлажнению в период транспортирования, хранения и монтажа.

Увлажнение изоляции трансформатора происходит при соприкосновении ее с окружающим воздухом, относительная влажность которого изменяется в пределах от 50 до 90 %, или при контакте изоляции с увлажненным маслом. В обоих случаях влага связана с изоляцией адсорбционными силами.

3.10 Техническое обслуживание и текущий ремонт распределительного устройства.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Техническое обслуживание — мероприятия профилактического характера, проводимые систематически, принудительно через установленные периоды, включающие определенный комплекс работ.

Все работы по поддержанию необходимого уровня технического состояния оборудования подразделяются на техническое обслуживание (ТО), ремонт, модернизацию и замену.

ТО подразделяется на регламентированное и нерегламентированное.

Регламентированное ТО включает в себя работы, выполняемые в соответствии с технической документацией в обязательном порядке после определенного пробега, наработки или временного интервала по заранее утвержденному регламенту. К таким работам обычно относятся: замена смазки в агрегатах, замена некоторых ответственных быстроизнашиваемых и легкозаменяемых деталей, испытания сосудов и грузоподъемных механизмов, регулировка и наладка ответственных рабочих машин (например, подъемных машин), периодическое техническое обслуживание по специальному графику и регламенту, и т.п., а также проверка технического состояния оборудования при помощи средств технической диагностики и визуально. Работы по регламентированному ТО обычно сопровождаются остановкой рабочих машин и проводятся по специальному графику. Нерегламентированное ТО включает в себя работы по

чистке, обтяжке, регулировке, добавлению смазки, замене быстроизнашиваемых и легкозаменяемых деталей, и т.п. Потребность в этих работах выявляется при проведении периодических осмотров, мониторинга технического состояния с помощью диагностических систем и средств технической диагностики. Устраняются выявленные замечания во время технологических перерывов, переходов и обычно без остановки технологического процесса, или с кратковременной остановкой. К нерегламентированному ТО относится ежесменное техническое обслуживание (ЕТО).

3.11 Эксплуатация электрооборудования культурно-бытового назначения.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Культурно-бытовой сектор сельскохозяйственных предприятий имеет высокий уровень электрификации. Электрические приборы и установки используют для освещения, приготовления пищи, обогрева помещений и т. п. Ими оборудованы столовые, детские сады и ясли, клубы, конторы, магазины, больницы, почтовые отделения и ряд других объектов. В номенклатуру электрооборудования входят следующие установки и приборы: установки наружного освещения; электронагревательные приборы; вводные распределительные устройства и распределительные щитки; осветительные установки; электропроводки.

Техническое обслуживание средств и систем управления, защиты и автоматики включает в себя повседневное обслуживание, профилактические осмотры, проверку контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, ремонт и наладку. При этом необходимо иметь в виду, что наряду с профилактическим обслуживанием, ремонтом и наладкой^онтрольно-измерительные приборы требуют проверки как после ремонта, так и в установленные сроки.

Техническое обслуживание терморезисторов заключается в периодическом их осмотре, очистке от грязи и различных корковых образований, проверке соединительных проводов и защитных оболочек. Основной вид ремонта полупроводниковых приборов в обычном исполнении - замена вышедшего из строя чувствительного элемента новым, а при необходимости - восстановление герметичности защитных оболочек, устранение неисправностей клеммной головки и зажимов.

Перед проверкой терморезисторов измеряют сопротивление изоляции относительно корпуса мегаомметром на напряжение 500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм. При помощи моста измеряют сопротивление чувствительных элементов и сравнивают с нормируемыми значениями.

Техническое обслуживание термопар заключается в периодической проверке соответствия градуировочной характеристики испытуемой термопары стандартной (эталонной).

Техническое обслуживание логометра заключается в периодическом осмотре, очистке от пыли, проверке надежности крепления соединительных проводов и проверке его показаний при подключении на контрольный терморезистор. Сопротивление изоляции логометра при 20°C и 80% относительной влажности воздуха должно быть не ниже 40 МОм.

Техническое обслуживание мостовых схем измерения различных параметров (например; температуры) заключается в периодическом осмотре приборов, очистке от пыли наружных поверхностей, смазке подвижных узлов и деталей, регулировке чувствительности электронного усилителя, чистке реохорды, заправке; самопищущих приборов диаграммной бумагой.

3.12 Эксплуатация пускозащитной аппаратуры и средства автоматики.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

К пускозащитной аппаратуре обычно относят рубильники, автоматические выключатели, магнитные пускатели, реле управления и защиты, предохранители, кнопки управления и кнопочные станции, кулачковые и пакетные выключатели и переключатели, сигнальные лампы. Эта аппаратура может устанавливаться как отдельно, так и в комплектных станциях, щитах и пультах управления как обособленными машинами и агрегатами, так и целыми технологическими линиями и цехами. Станции, щиты и пульты могут также изготавливаться и по месту самостоятельно, для чего составляются необходимые силовые схемы и схемы управления.

В процессе технического обслуживания, проводимого, как правило, после снятия напряжения с обслуживаемого аппарата, очищают пыль и проверяют надежность крепления. У подвижных частей проверяют свободный ход и регулируют одновременность включения контактов, с которых предварительно снимают нагар. Кроме того, необходимо убедиться в

надежности контактного присоединения проводников и отсутствии признаков их перегрева. То же самое относится и к контактам. Нагрев контактов во время работы не должен превышать 70-80°C, что можно проверить на ощупь после снятия напряжения - температуру около 70°C пальцы выдерживают с трудом. Чрезмерный нагрев приводит к потемнению поверхностей контактов, появлению цветов побежалости металла, к затвердеванию изоляции проводов. Перегрев контактов обычно вызывается их загрязнением, недостаточной степенью контактного сжатия контактными пружинами и контактными болтами, малым сечением присоединенных проводов, несоответствием аппарата действительному рабочему току. Очень часто наблюдается перегрев мест присоединения алюминиевых проводов из-за текучести алюминия, что приводит, даже при достаточной силе зажатия контактных болтов, к ослаблению контакта. Алюминий со временем как бы "вытекает" из-под контактного болта.

Перегревающиеся контакты разбирают, зачищают и удаляют с них абразивные частицы, а затем промывают бензином. После протирки контакты собирают.

Наплавы и брызги металла на медных контактах снимают надфилем, который, однако, не следует использовать на металло-керамических и серебряных контактах.

3.13 Особенности эксплуатации электронных и микропроцессорных систем.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Электронные системы управления, создаваемые на базе дискретных элементов и интегральных микросхем, выполняющих какую-либо определенную задачу управления, относятся к системам с жесткой логикой, т. е. алгоритм их функционирования определяется схемотехникой системы. У микропроцессорных систем такое ограничение отсутствует, т. е. при одной и той же структуре данные системы могут реализовывать различные алгоритмы управления вследствие соответствующего изменения записи команд в элементах памяти системы. Благодаря этому микропроцессорные системы образуют особый класс электронных систем управления и обладают рядом уникальных возможностей с точки зрения реализации самых сложных задач управления.

В микропроцессорной системе обработка информации ведется в двоичном цифровом коде. Поэтому все многообразие поступающих в систему сигналов должно быть сведено к единой двоичной кодовой структуре, т. е. структуре вида «логический 0» или «логическая 1». Сигналы, поступающие в систему управления, можно условно разделить на следующие группы:

— сигналы от контактных или других датчиков, имеющие только два возможных состояния — открыт («логическая 1») и закрыт («логический 0»);

— сигналы от терминального устройства, т. е. от элементов системы, на которые воздействует водитель для корректирования действия системы управления (например, датчик положения педали управления подачей топлива либо контроллер управления). К этой группе могут быть отнесены и различные запросы на индикацию состояния тех или иных элементов системы управления;

3.14 Наладка аппаратуры управления, защиты и устройств автоматики.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Техническое обслуживание средств и систем управления, защиты и автоматики включает в себя повседневное обслуживание, профилактические осмотры, проверку контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, ремонт их и наладку. При этом нужно иметь в виду, что наряду с профилактическим обслуживанием, ремонтом и наладкой контрольно-измерительные приборы требуют проверки как после ремонта, так и в установленные сроки.

Много общих операций выполняют при испытаниях, наладке и обслуживании магнитных пускателей, контакторов постоянного и переменного тока, реле. Эти аппараты прежде всего осматривают, проверяют соответствие аппарата проекту, состояние главных и блокировочных контактов и их пружин, подшипников и гибких соединений, деталей магнитной системы, дугогасительных камер, крепежных болтов, гаек, шайб. Сопротивление изоляции катушек и контактов не нормируется, но практически считают допустимой изоляцию с сопротивлением не ниже 1 МОм. Электрическую прочность аппаратов испытывают синусоидальным напряжением в 1 кВ в течение 1 мин. В процессе испытаний измеряют сопротивление катушек постоянному току. Катушку следует считать пригодной, если ее сопротивление отличается от номинального не более чем на —10... +15%. Аппараты подвергают механической регулировке, которая заключается в

проверке нажатий контактов, их растворов, в затяжке болтов, гаек и винтов. Поврежденные детали обычно заменяют новыми.

Техническое обслуживание различных устройств неодинаково по объему. Обслуживание простейшего элемента различных схем — диодов начинается с проверки, причем такую проверку осуществляют перед монтажом и после ремонта при наладке, поскольку в каждой партии даже новых диодов могут оказаться дефектные, с перегоревшими р — п переходами, внутренними обрывами, коротким замыканием, непостоянным (плывущим) обратным сопротивлением.

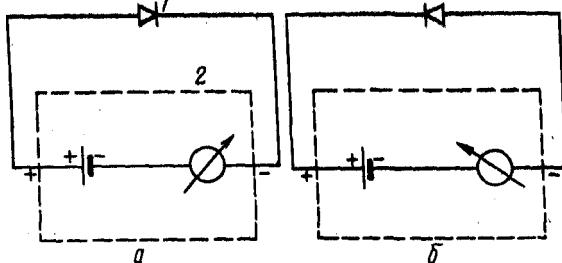


Рис. 67. Схемы проверки диодов:

а — измерение прямого сопротивления; б — измерение обратного сопротивления; 1 — испытуемый диод; 2 — омметр.

Диоды проверяют при помощи омметра или других приборов с омической шкалой, например приборов Ц-315, Ц-20 с классом точности не ниже 1,5.

Схема проверки диодов показана на рисунке 67.

При проверке диодов измеряют их прямое и обратное сопротивление. У плоскостных диодов значение прямого сопротивления составляет 20...50 Ом, однако необходимо учесть, что из-за нелинейности вольт-амперной характеристики диодов результаты измерения зависят от способа измерения.

Диоды, применяемые в цепях переменного тока 220 В и выше, дополнительно испытывают на пробой в запирающем слое р — п наибольшим нормируемым техническими условиями обратным напряжением при рекомендуемой нагрузке.

Иногда для повышения допустимого обратного напряжения диоды соединяют последовательно. При этом каждый диод обязательно шунтируют сопротивлением 100 кОм на каждые 100 В напряжения, чтобы напряжение на диодах было примерно одинаковое. Такое шунтирование необходимо из-за больших разбросов обратных сопротивлений диодов. Надежность работы диода можно значительно повысить, шунтируя его демпфирующим резистором мощностью 2 Вт и сопротивлением 10...30 кОм. Этот резистор будет сглаживать большие броски тока, возникающие в момент включения и отключения аппаратуры.

. Профилактическое обслуживание терморезисторов заключается в периодическом их осмотре, очистке от грязи и различных корковых образований, проверке соединительных проводов и защитных оболочек. Основной вид ремонта полупроводниковых приборов в обычном их исполнении — это замена вышедшего из строя чувствительного элемента новым, а при необходимости восстановление герметичности защитных оболочек, устранение неисправностей клеммной головки и зажимов.

Перед проверкой терморезисторов измеряют сопротивление их изоляции относительно корпуса мегомметром на напряжение 500 В. Сопротивление их изоляции должно быть не менее 20 МОм. При помощи моста измеряют также сопротивление их чувствительных элементов и сравнивают с табличными значениями.

Аналогичным образом проводят техническое обслуживание и ремонт термопар. Испытание термопар сводится к проверке соответствия градуировочной характеристики испытуемой термопары стандартной (эталонной).

В объем технического обслуживания логометра входят периодический осмотр, очистка от пыли, проверка надежности крепления соединительных проводов и проверка его показаний при подключении на контрольный терморезистор. Сопротивление изоляции логометра при 20°C (293К) и 80% относительной влажности воздуха должно быть не ниже 40 МОм.

Техническое обслуживание мостовых схем измерения различных параметров (например, температуры) заключается в периодическом осмотре приборов, очистке от пыли наружных поверхностей, смазке подвижных узлов и деталей, регулировке чувствительности электронного усилителя, чистке реохордь, заправке самопишуящих приборов диаграммной бумагой.

Несмотря на большое разнообразие систем управления, защиты и автоматики, описанные наиболее распространенные приемы и методы их профилактического обслуживания, ремонта и наладки практически одинаковы для всех систем.

3.15 Электроремонтные предприятия, их структура.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Структура ремонтного предприятия. Различают централизованный ремонт, производимый на специальных ремонтных предприятиях, и децентрализованный - непосредственно на предприятиях, эксплуатирующих электрооборудование. Централизация обеспечивает высокий уровень технологии и организации производства и является основой повышения производительности труда и качества ремонта. Однако централизация не исключает проведения ремонтов на каждом промышленном предприятии. Капитальный ремонт электродвигателя. Специализированные ремонтные предприятия производят, как правило, капитальный ремонт с заменой старой обмотки, с полной разборкой машины, ремонтом или заменой изношенных деталей (щитов, валов, станин, вентиляторов, коллекторов и др.). Ремонт производят в плановом порядке для предупреждения прогрессирующего износа и исключения случайного выхода оборудования из строя. Текущий ремонт электродвигателя является основным профилактическим видом ремонта, обеспечивающим долговечность и безотказность работы машины. При текущем ремонте, осуществляющем в процессе эксплуатации, ее работоспособность поддерживается путем чистки, проверки, смазки, замены быстроизнашивающихся частей (щеток, подшипников и др.) новыми.

3.16 Ремонт датчиков температуры, манометрических приборов и датчиков-реле давления, разряжения, уровня, расхода.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Наладка систем измерения – это комплекс работ по проверке и настройке, обеспечивающих получение достоверной информации о значениях контролируемых величин и ходе технологического процесса. Наладка выполняется в три стадии;1.На первой стадии выполняются подготовительные работы, изучение и анализ основных проектных решений и предмонтажная проверка средств измерений. На этой стадии заказчик предоставляет производственное помещение и проектную документацию;2.На второй стадии выполняются работы по проверке правильности монтажа средств измерения, систем технологического контроля, автономная наладка и подготовка систем к включению в работу, для обеспечения индивидуальных испытаний технологического оборудования. Наладочные работы могут выполняться одновременно с производством монтажных работ;3.На третьей стадии наладки выполняются работы комплексной наладки систем технологического контроля и доведения их параметров до значений, при которых они используются в процессе нормальной эксплуатации;4.Сдача налаженных систем автоматизации в эксплуатацию производится как по отдельным узлам, так и комплексно по установкам, цехам, производствам

3.17 Расчет объема работ и определение штатной численности исполнителей.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Методика расчета позволяет определить необходимую штатную численность работников: специалистов по основной деятельности, а также других специалистов, обеспечивающих эту деятельность, административно-управленческого и младшего обслуживающего персонала архива не только по функциональным подразделениям и отдельным группам работников, но и по архиву в целом, отдельным направлениям его деятельности.

Методика и формулы расчета необходимой штатной численности рекомендуются для использования в архивах разных типов, уровней подчиненности и независимо от состава документов.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

4.1 Лабораторная работа 1,2. Сборка и проверка схемы шкафа для нереверсивного управления асинхронным двигателем с помощью кнопочного поста.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Подготовить отчет и ответы на контрольные вопросы.

1. Назначение в схеме электротеплового реле.
2. Основные этапы проведения эксперимента.
3. Работа схемы в цепи управления при пуске реверсивного электродвигателя
4. По перечню аппаратуры кратко охарактеризовать работу каждого элемента.
5. Для чего служат кнопки управления?

4.2 Лабораторная работа 3. Повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС, аварийный вывод в ремонт ОРУ-35 кВ и перевод питания потребителей 35 кВ по резервным схемам

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Подготовить отчет.

4.4. Лабораторная работа 4,5. Сборка и проверка схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска.

При подготовки к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты.

Подготовить отчет и ответить на контрольные вопросы.

- 1.Назначение в схеме электротеплового реле.
- 2.Основные этапы проведения эксперимента.
- 3.Работа схемы в цепи управления при пуске реверсивного электродвигателя
- 4.По перечню аппаратуры кратко охарактеризовать работу каждого элемента.
- 5.Для чего служат кнопки управления?