

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Электроснабжение»

В. Д. Елкин

ОХРАНА ТРУДА

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по одноименному курсу для студентов
специальностей 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)» и 1-43 01 02
«Электроэнергетические системы и сети»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2009

УДК 331.45:621.311.031(075.8)
ББК 65.246я73
Е51

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 4 от 17.12.2007 г.)*

Рецензент: ст. преподаватель каф. «Автоматизированный электропривод»
ГГТУ им. П. О. Сухого *В. В. Шаноров*

Е51 **Елкин, В. Д.**
Охрана труда : лаборатор. практикум по одноим. курсу для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» и 1-43 01 02 «Энергетические системы и сети» днев. и заоч. форм обучения / В. Д. Елкин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 61 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит порядок подготовки и выполнения работ, требования по оформлению и сдаче отчетов по лабораторным и практическим работам.

Для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» и 1-43 01 02 «Энергетические системы и сети» дневной и заочной форм обучения.

УДК 331.45:621.311.031(075.8)
ББК 65.246я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Подготовка к выполнению работ

1. До выполнения лабораторной работы каждый студент должен самостоятельно изучить теоретические сведения, схему лабораторной установки по графику проведения лабораторных работ.
2. Вычертить схемы опытов и таблицы для записей их результатов.

Допуск к выполнению работы

1. Для выполнения первой лабораторной работы допускаются студенты изучившие цель, порядок выполнения работы и подготовившие схемы опытов и таблицы для записи результатов.
2. Для выполнения последующей работы студенты должны сдать преподавателю оформленный отчет по выполненной предыдущей работе и подготовиться к выполнению последующей работе по графику.

Выполнение работы

1. Перед выполнением работы необходимо распределить обязанности между членами бригады.
2. Ознакомиться со схемой лабораторной установки, приборами и аппаратами на стенде.
3. Убедившись, что лабораторная установка отключена от электрической сети, приступить к сборке схем.
4. После окончания сборки схемы необходимо тщательно проверить соединения в соответствии со схемой лабораторной установки и схемой опыта.
5. Собранную схему следует предъявить преподавателю для получения разрешения на выполнения опытов.
6. Опыты следует производить в соответствии с порядком выполнения работы, приведенным в данном пособии.
7. При включении напряжения на стенд вводным выключателем необходимо следить за показаниями электроизмерительных приборов, которые помогают своевременно обнаружить неисправность. Отсутствие показаний вольтметра или амперметра указывают на неправильное их подключение или неправильное соединение элементов схемы.
8. При выполнении опытов необходимо следить, чтобы величины измеряемых параметров не выходили за пределы их номинальных данных.

9. После окончания опытов следует отключить вводной выключатель, но электрическую цепь не разбирать пока преподаватель проверит результаты опытов.

Проверка результатов опытов

1. Результаты опытов в виде таблиц и графиков должны быть проверены преподавателем.
2. После проверки и утверждения преподавателем полученных результатов лабораторная работа считается выполненной.

Оформление и сдача отчета

1. Отчет по лабораторной работе каждый студент выполняет в соответствии со структурой утвержденной преподавателем.
2. При защите отчета по лабораторной работе студенты должны пояснить цель работы, полученные данные результатов выполнения работы, ответить на контрольные вопросы.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Измерение уровней освещенности на рабочих местах

1.1. Цель работы:

1. Изучить метод измерения освещенности с помощью люксметра.
2. Произвести проверку уровней освещенности на рабочих местах.

1.2. Краткие теоретические сведения

Освещенность на рабочих местах в производственных, административно-бытовых и других помещениях должна соответствовать нормам освещенности (в люксах) приведенным в строительных нормах Беларуси (СНБ 2.04.05–98 "Естественное и искусственное освещение"). Поэтому с целью охраны труда производится регулярная проверка соответствия освещенности установленным нормам на рабочих местах и во вспомогательных помещениях предприятий и организаций.

Проверка освещенности производится измерением фактической освещенности измерительными приборами – люксметрами.

Переносной фотоэлектрический люксметр типа Ю116 предназначен для измерения освещенности создаваемой искусственными и естественными источниками света. Применяется для контроля освещенности в помещениях различных отраслей народного хозяйства, а также для исследований, проводимых в научных и учебных целях.

Прибор состоит из измерителя люксметра и отдельного чувствительного фотоэлемента с насадками для расширения диапазона измерения.

Прибор имеет две шкалы: 0 – 100 и 0 – 30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений.

На шкале 0 – 100 точка находится над отметкой 20.

На шкале 0 – 30 точка находится над отметкой 5.

Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение шкалы. Для уменьшения погрешности применяется насадка на фотоэлемент обозначенная буквой К. Эта насадка применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок обозначенных – М, Р, Т. Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой К образуют три поглотителя с коэффициентом ослабления 10, 100, 1000 и применяются для расширения диапазонов измерений, так как уровень освещенности в помещениях различный.

Таблица 1.1

Диапазон измерения люксметра

Диапазон измерений, лк			
Основной	Не основной		
Измерение без насадок с открытым фотоэлементом	Измерение с насадками		
	КМ	КР	КТ
5 – 30	50 – 300	500 – 3000	5000 – 30000
20 – 100	200 – 1000	2000 – 10000	20000 – 100000

1.3. Порядок измерений

1. Установите прибор в горизонтальное положение.
2. Проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы. В случае необходимости с помощью корректора установите стрелку прибора на нулевое деление шкалы.
3. Присоедините фотоэлемент к измерителю люксметра.
4. Установите фотоэлемент горизонтально на рабочей поверхности (столе) светочувствительной стороной вверх.

Порядок отсчета значения измеряемой освещенности

1. При нажатой правой кнопке следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0 – 100.
2. При нажатой левой кнопке следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0 – 30.

Показания прибора умножают на коэффициент ослабления, зависящий от установленных насадок КМ $\times 10$, КР $\times 100$, КТ $\times 1000$.

Например, на фотоэлементе установлены насадки КР, нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0 – 30. Измеряемая освещенность равна $10 \times 100 = 1000$ лк.

3. По окончании измерения отсоедините фотоэлемент от измерителя люксметра, наденьте на фотоэлемент насадку Т и уложите в крышку футляра.

1.4. Задание для выполнения работы

1. Произвести измерения освещенности в помещениях по варианту задания (таблица 1.2).

Таблица 1.2

Варианты задания

Вариант	Наименование помещений	Нормируемый уровень освещенности, лк	Измеренная освещенность, лк	Отклонение освещенности от нормируемого уровня	
				лк	%
1	Аудитория 329	500			
	Коридор 2-го этажа	75			
2	Вычислительный центр	400			
	Лестница	30			
3	Аудитория 319	500			
	Санузел 2 го этажа	30			
4	Кафедра	300			
	Коридор 3 го этажа	75			
5	Аудитория 230	500			
	Холл	75			
6	Аудитория 313	500			
	Санузел 2 го этажа	30			
7	Актовый зал	200			
	Аудитория 317	500			
8	Аудитория 324	500			
	Лестница 3 го этажа	30			
9	Аудитория 322	500			
	Медпункт	200			
10	Аудитория 330	500			
	Библиотека	400			

2. Проанализировать измеренные данные, сделать выводы и предложения по улучшению освещения помещений при снижении электропотребления.

1.5. Контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется освещенность?
2. Какими приборами измеряется освещенность?
3. Какой диапазон измерения люксметра Ю116 без насадок?
4. Для чего применяются насадки в люксметре?
5. Из каких основных элементов состоит люксметр?
6. Какой диапазон измерения имеет люксметр с насадками?
7. Какой порядок подготовки прибора к измерениям?
8. Какой порядок отсчета измерений освещенности?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: **Анализ метеорологических условий в производственных помещениях**

2.1. Цель работы: Изучить методы измерения температуры, влажности и скорости движения воздуха в производственных помещениях с помощью существующих для этих целей приборов.

2.2. Краткие теоретические сведения

Метеорологические условия в рабочем или производственном помещении определяются температурой, влажностью, загрязненностью воздуха, скоростью воздушных потоков и интенсивностью тепловых излучений. Эти параметры все вместе и каждый в отдельности значительно влияют на терморегуляцию тела человека.

Терморегуляцией называется способность человеческого организма поглощать или отдавать определенное количество тепла, сохраняя температуру тела почти постоянной (36,5 ... 37°C).

Отдача тепла телом человека в окружающую среду в процентном соотношении представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Отдача тепла телом человека в окружающую среду

Наименование	Процентное отношение, %
Лучеиспусканием	43,8
Конвекцией	31,8
Испарением пота	21,5
ИТОГО	97,1
На нагрев вдыхаемого воздуха	1,3
На нагрев пищи	1,6
ВСЕГО	100

В зависимости от метеорологических условий пути теплоотдачи могут изменяться. Потеря тепла излучением происходит нормально, когда окружающие предметы (стены, потолок и т.д.) имеют температуру ниже температуры кожного покрова тела человека. Если температура их выше, теплоотдача излучения уменьшается или прекращается, но соответственно увеличивается теплоотдача конвекцией и потоотделением.

При высокой температуре окружающего воздуха поверхностные кровеносные сосуды тела человека рефлекторно расширяются, циркуляция крови усиливается, температура кожного покрова повышается, эффективность конвекции увеличивается.

Теплоотдача конвекцией наибольшая при температурах окружающей среды не выше 30°C. С повышением температуры окружающего воздуха более 30°C теплоотдача конвекцией снижается и большая часть тепла организма человека теряется за счет испарения пота. При достижении температуры окружающего воздуха 33°C потовыделение является единственным способом терморегуляции.

Нарушение терморегуляции тела человека в условиях воздействия лучистого тепла приводит к перегреванию организма, к потере с потом больших количеств солей (NaCl и KCl) и витаминов С и В₁.

Введение в питьевую воду поваренной соли (3 ... 5 г на 1 л) и указанных витаминов компенсирует потери организма у работающих в условиях избыточных тепловых излучений.

Установлено, что при температуре 16 ... 20°C высокая влажность воздуха не оказывают особенного влияния на организм человека, но тяжело переносится при температуре 30°C и выше.

Движение воздуха в зависимости от его скорости может улучшать или ухудшать самочувствие человека.

Высокая влажность воздуха при низкой температуре повышает теплоотдачу и, наоборот, высокая влажность воздуха при высокой температуре затрудняет теплоотдачу тела человека.

В состоянии покоя при температуре окружающего воздуха 15°C потеря влаги организмом составляет примерно 30 г/ч. При температуре 30°C потери составляют 120 г/ч. На испарение 1 г влаги затрачивается около 0,6 ккал.

Низкая влажность воздуха, имеющая высокую температуру, отрицательно сказывается на самочувствии человека; повышается потеря влаги из организма, появляется сухость слизистых оболочек верхних дыхательных путей, возрастает сухой кашель, голос становится хриплым.

Так как и температура, и влажность и скорость движения окружающего воздуха влияет на одну и ту же сторону физиологической жизни человека – на теплообмен, следовательно, при оценке влияния метеорологических факторов необходимо учитывать их комплексное воздействие.

Наиболее благоприятное сочетание температуры, влажности и скорости движения воздуха, обуславливающее наилучшее самочувствие человека (состояние теплового равновесия), называется зоной комфорта. Необходимо учитывать, что состояние теплового равновесия определяется степенью тяжести работы, выполняемой человеком, так как при различной тяжести выполняемой работы вырабатывается дополнительное количество тепла.

Условие комфорта в большинстве случаев зависит от эффективной работы вентиляционных установок, которые могут обеспечивать совместно с кондиционированием подсушку, увлажнение и подогрев воздуха в помещениях.

Нормирование и контроль параметров микроклимата производственных помещений

Учитывая большую важность метеорологических факторов для работающих, СанПиН (санитарные правила и нормы) регламентируют показатели микроклимата для рабочих зон производственных, а также санитарно-бытовых помещений.

Климат производственных помещений – это метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Рабочая зона – пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянно-го (временного) пребывания работающих (ГОСТ 12.1.005).

Указанный ГОСТ и СанПиН 9.80–98 устанавливают оптимальные и допустимые параметры микроклимата в зависимости от характеристики производственных помещений, периода года, категории тяжести работы и условий рабочего места.

Оптимальные микроклиматические условия – сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать переходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшающие самочувствие и снижение работоспособности.

Параметры микроклимата устанавливаются на два периода: холодный и теплый.

Холодный – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равный $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Теплый – период года со среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$.

Среднесуточная температура наружного воздуха представляет собой среднюю величину температуры наружного воздуха, измеренные в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. (Принимаются по данным метеорологической службы).

Физическая тяжесть работы определяется энергетическими затратами в процессе трудовой деятельности, в соответствии с ГОСТ 12.1.005, а также СанПиН физические работы подразделяются на:

легкие – категории 1а – энергетические затраты до 139 Вт, 1б – 140 ... 174 Вт;

средней тяжести – 11а – 175 ... 232 Вт, 11б – 233 ... 290 Вт;

тяжелые – категории 111 – более 290 Вт.

Таблица 2.2

Оптимальные температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений*

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Легкая, 1а	22...24	40...60	0,1
	Легкая, 1б	21...23	40...60	0,1
	Средне тяжести, 11а	19...21	40...60	0,2
	Средней тяжести, 11б	17...19	40...60	0,2
	Тяжелая, 111	16...18	40...60	0,3
Теплый	Легкая, 1а	23...25	40...60	0,1
	Легкая, 1б	22...24	40...60	0,1
	Средне тяжести, 11а	20...22	40...60	0,2
	Средней тяжести, 11б	19...21	40...60	0,2
	Тяжелая, 111	18...20	40...60	0,3

*Кроме того, СанПиН 9-80-98 устанавливает оптимальную температуру поверхностей, которая в зависимости от категории тяжести работ, определена для холодного периода года от 15 до 25°С, а теплого – от 18 до 25°С.

Контроль параметров микроклимата

Проводится не менее трех раз в течение одного дня: в начале, середине и конце рабочей смены.

Температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах выполняемых сидя и 1,5 м – при выполнении работ стоя.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Определение температуры воздуха

– в производственном помещении без наличия тепловых излучений производится термометром;

– в производственных помещениях с наличием тепловых излучений температуру воздуха измеряют парным термометром. Парный термометр состоит из двух термометров: у одного термометра резервуар с ртутью посеребрен, а у другого – зачернен. Это позволяет одному отражать, а другому поглощать тепловые излучения.

Действительную температуру окружающего воздуха определяют по формуле

$$t_d = t_c - K(t_c - t_q), \quad (2.1)$$

где t_c – показания посеребренного термометра, °С;

t_q – показания зачерненного термометра, °С;

K – постоянная прибора, определяется эмпирически и указывается на приборе.

Определение относительной влажности воздуха в производственном помещении

Абсолютная влажность выражается упругостью водяных паров в мм рт. ст. или показывает количество водяных паров в граммах, приходящихся на 1 м^3 воздуха.

Максимальная влажность воздуха – упругость или вес водяных паров, которые могут растворяться в 1 м^3 воздуха при данной температуре и давлении.

Относительная влажность – это отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженной в процентах.

Для характеристики микроклимата в помещении пользуются показателем относительной влажности, %.

Относительная влажность измеряется с помощью прибора психрометра или гигрометров.

Психрометр Августа

Принцип действия психрометра основан на разности показаний двух одинаковых термометров, один из которых называют сухим, а второй влажным. Психрометр Августа состоит из двух жидкостно-стеклянных термометров, прикрепленных к монтажной доске. Резервуар одного термометра обернут батистовым чехольчиком, конец которого помещен в чашечку баллона, заполненного чистой водой.

Показания сухого и смоченного термометров будут разными, так как резервуар смоченного термометра будет охлаждаться вследствие испарения воды с поверхности батиста. При этом необходимо следить, чтобы резервуар термометра не касался уровня жидкости.

Пользуясь показаниями психрометра, значение относительной влажности можно определить с помощью специальной психометрической таблицы, которой снабжен каждый психрометр.

Измерение скорости движения воздуха

Скорости движения воздуха измеряются анемометрами:

Крыльчатый анемометр

Крыльчатые анемометры применяются для скоростей воздушных потоков от 0,5 до 10 м/с.

Чашечный анемометр

Чашечные анемометры применяются для измерения скорости движения воздуха от 1 до 20 м/с.

2.3. Порядок выполнения работы

1. Измерить параметры метеорологических условий в помещении:
 - температуру;
 - относительную влажность;
 - скорость движения воздуха.
2. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

Результаты измерений и вычисления

Номер	Наименование параметров метеоусловий	Фактические показания	Нормативные по СанПиН 9-80-98
1	Температура, °С		
2	Влажность, %		
3	Скорость движения воздуха, м/с		

2.4. Контрольные вопросы

1. Каким прибором измеряется температура воздуха в помещениях?
2. Как измерить скорость движения воздуха в помещении?
3. Какие параметры движения воздуха можно измерить крыльчатым анемометром?
4. Какие анемометры применяются для измерения скорости воздуха до 20 м/с?
5. Чем измеряется относительная влажность воздуха?
6. Определение относительной влажности воздуха.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Искусственное освещение

1.1. Цель работы. Изучить систему нормирования освещенности и методы расчет освещения помещений.

1.2. Краткие теоретические сведения

Искусственное освещение

Искусственное освещение предназначено для освещения рабочих поверхностей в темное время суток, а также при недостаточности

естественного освещения. По способам размещения светильников в производственных помещениях различают системы общего, местного и комбинированного освещения.

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным или локализованным.

Местное освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним площадях. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещается.

Кроме рабочего освещения, нормами предусмотрено устройство аварийного, охранного и дежурного освещения.

Аварийное освещение подразделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Освещение безопасности предусматривается в тех случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, нарушению технологического процесса и т. д.

Эвакуационное освещение предназначено для безопасной эвакуации людей.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

Дежурное освещение – освещение в нерабочее время.

В осветительных установках промышленных предприятий применяют лампы накаливания и разрядные источники света. Под светильником понимается комплект лампы (источника света) и осветительной арматуры. Светильник обеспечивает крепление лампы, подключение к ней электрического питания, предохранение ее от загрязнения и механического повреждения. При выборе типа светильника важнейшим требованием является учет условий среды. В помещениях с нормальной средой к конструкции светильника не предъявляются специальных требований, Это же относится и к помещениям влажным и сырým, но с одним требованием – патрон должен иметь корпус из изоляционных влагостойких материалов, В помещениях особо сырых с химически активной средой, пожаро- и взрывоопасных конструкция светильника должна отвечать специальным требованиям.

Светильники местного освещения предназначены для освещения места выполнения работы, при этом необходимо, чтобы защит-

ный угол светильника был не менее 30° , а при расположении светильника не выше уровня глаз работающего – не менее 10° , что исключает ослепление и правильно освещает рабочее место.

Проектирование устройств и эксплуатация осветительных, установок производится в соответствии с СНБ 2.04.05 – 98 "Естественное и искусственное освещение" и действующими отраслевыми нормами, инструкциями цехов предприятий различных видов производств.

Расчет освещения ведется на основании нормируемого уровня освещенности, который определяется для каждого помещения по СНБ или отраслевым справочникам.

Расчет искусственного освещения в помещениях можно производить следующими четырьмя методами: точечным, методом удельной мощности (по таблицам удельной мощности), графическим и методом коэффициента использования светового потока.

Точечный метод применяется для расчета осветительной установки при локализованном размещении светильников. Этим методом можно определить освещение горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей, а также проверить расчет равномерного общего освещения (без учета отраженного светового потока).

Метод удельной мощности является наиболее простым, но и наименее точным из всех методов расчета освещения, поэтому применяется для ориентировочных расчетов.

Метод коэффициента использования светового потока наиболее применим для расчета общего равномерного освещения помещений в условиях эксплуатации промышленных предприятий. При расчете этим методом учитывается как прямой свет от светильников, так и свет, отраженный от стен и потолка.

Хорошее освещение производственных помещений и рабочих мест зависит не только от правильного выбора места расположения светильника, его типа и мощности ламп, но также и от окраски помещений и оборудования. Потолки надо окрашивать в белый цвет, а стены и оборудование – в светлые тона.

Освещенность в производственных помещениях и на рабочих местах может быть проверена с помощью объективного люксметра типа Ю116 с фотоэлементом, являющимся удобным и точным прибором переносного устройства.

1.3. Задание для выполнения практической работы

1. Выполнить проверку освещенности на рабочей месте производственного помещения.

Указания к выполнению задачи. Произвести расчет освещения помещения и сравнить полученные данные освещенности рабочих мест с нормами освещенности, приведенных в строительных нормах Беларуси (СНБ) или отраслевых справочниках. Сделать вывод и предложить конкретные мероприятия по освещенности рабочих мест в помещении.

Таблица 1

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цех	РМЦ	Мех.	Загот.	Инстр.	Столяр.	Элект.	Рем.	Мех.	Сбор.	РМЦ
Длина, м	12	18	24	30	24	12	18	36	24	18
Ширина, м	6	12	12	18	12	12	18	18	12	6
Высота, м	6	6	8	9	6	4	5	8	9	6
Кол. ламп	6	8	10	12	9	48	50	20	20	18
Тип ламп	ДРЛ	ДРЛ	ДНаТ	ДНаТ	ДРЛ	ЛДЦ	ЛБ	ДРЛ	ДНаТ	БК
Мощность ламп, Вт	125	250	150	250	250	36	80	400	100	500
Освещенность, E_{\min}	300	400	200	300	400	200	200	300	400	300

1.4. Контрольные вопросы

1. Какие виды освещения, применяются для освещения производственных помещений?

2. Как определяется норма освещенности помещений?

3. Как влияют коэффициенты отражения стен потолка на расчет освещения?

4. Какие источники света рекомендованы ПУЭ для освещения производственных помещений?

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Электрический ток имеет существенные особенности, отличающие его опасность от опасности других вредных и опасных производственных факторов (например, излучающих тепловую, световую энергию и др.)

Первая особенность электрического тока в том, что он не может быть дистанционно ощущаться человеком ввиду того, что человек не обладает соответствующими органами чувств. Поэтому защитная реакция организма проявляется только после воздействия электрического тока.

Вторая особенность электрического тока состоит в том, что он, протекая через тело человека, оказывает свое действие не только в местах контактов и на пути протекания через организм, но и вызывает рефлекторное воздействие, нарушая нормальную деятельность отдельных органов и систем организма человека (нервный, сердечно-сосудистый, дыхания и др.).

Третьей особенностью является опасность получения электротравмы без непосредственного контакта с токоведущими частями при перемещении по земле (полу) вблизи поврежденной электроустановки (в случае замыкания на землю), через электрическую дугу.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электрического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его повреждение.

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов: величины силы тока, рода тока, частоты тока, длительности его воздействия и пути прохождения через человека, условий окружающей среды, электрического сопротивления тела человека и его индивидуальных свойств.

Поражение людей электрическим током возникает в результате случайного прикосновения или опасного приближения к частям электроустановки, находящимся под напряжением, к конструктивным металлическим частям электроустановок, в нормальных условиях находящихся без напряжения, и вследствие повреждения изоляции оказавшимися под напряжением.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения;
контроль состояния изоляции электроустановок;
защитное разделение сети;
применения специальных защитных средств;
устранение опасности поражения током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других нетоковедущих частях электрооборудования. Эта опасность устраняется с помощью защитного заземления, зануления, защитного отключения, выравнивания потенциала, двойной изоляции, применения малых напряжений.

На выбор той или иной меры защиты или комплекса защитных мер по электробезопасности влияет ряд обстоятельств: вид электроустановки, значения применяемого напряжения, характер помещения, в котором размещается электрооборудование.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Измерение состояния изоляции электрооборудования и силовых кабелей напряжением до 1 кВ

3.1. Цель работы: Проверить состояние изоляции электродвигателя и силового кабеля соответствию требованиям ПУЭ.

3.2. Краткие теоретические сведения

Электродвигатели

Измерение сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции электродвигателей переменного тока должно соответствовать нормам, приведенным в таблице 3.1.

Силовые кабели

Измерение сопротивления изоляции. Производится мегаомметром на напряжение 2,5 кВ. Для силовых кабелей до 1 кВ сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

Таблица 3.1

**Допустимое сопротивление изоляции электродвигателей
переменного тока**

Испытуемый объект	Напряжение мегомметра, кВ	Сопротивление изоляции
Обмотка статора напряжением до 1 кВ	1	Не менее 0,5 МОм при температуре 10-30°C
Обмотка ротора синхронного электродвигателя и электродвигателя с фазным ротором	0,5	Не менее 0,2 МОм при температуре 10-30°C (допускается не ниже 2 кОм при +75°C или 20 кОм при +20°C для неявнополюсных роторов)
Термоиндикатор	0,25	Не нормируется
Подшипники синхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ	1	Не нормируется (измерение производится относительно фундаментной плиты при полностью собранных маслопроводах)

3.3. Приборы и оборудование:

мегаомметр Ф 4102/1-1М на напряжение 100, 500, 1000 В – 1 шт;
 электродвигатель асинхронный с КЗ ротором – 1 шт;
 электродвигатель асинхронный с фазным ротором – 1 шт;
 электродвигатель постоянного тока – 1 шт;
 кабель силовой марки АВВГ – комплект;
 кабель силовой марки АВВБ – комплект.

3.4. Выполнение работы

1. Измерить сопротивление изоляции обмоток электрических машин и других элементов электроустановок мегаомметром типа Ф4102/1-1М.

2. Подготовить мегаомметр к работе.

3. Подключить выводы прибора к выводам проверяемого электродвигателя как, показано на рисунке 3.1.

4. Включить высокое напряжение мегаомметра и зафиксировать показания прибора.

5. Отключить высокое напряжение, переключить выводы прибора к выводам других обмоток электродвигателя. Включить высокое напряжение и зафиксировать показания прибора и отключить высокое напряжение.

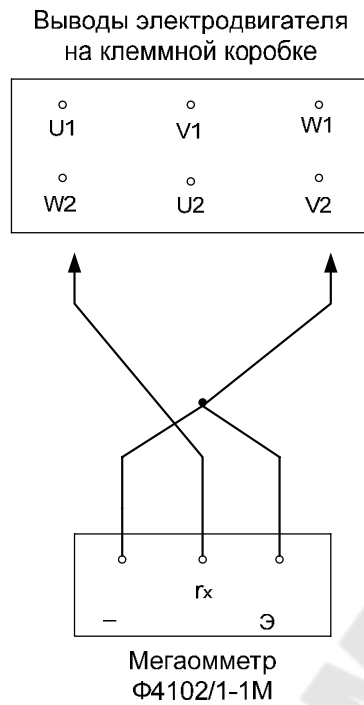


Рис. 3.1. Схема подключения мегаомметра для измерения сопротивления изоляции обмоток электродвигателя

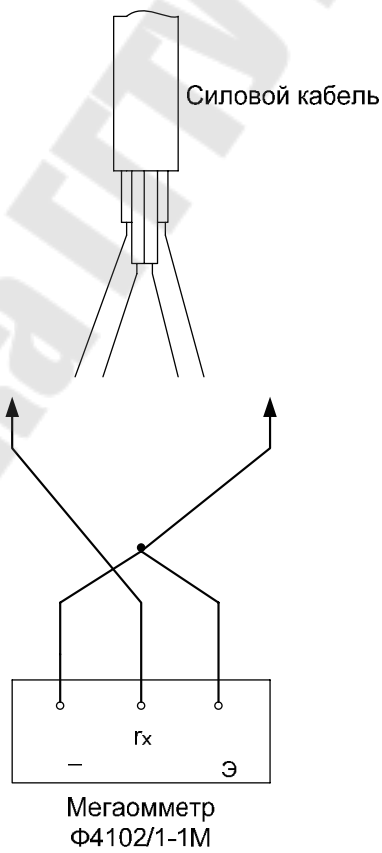


Рис. 3.2. Схема подключения мегаомметра для измерения сопротивления изоляции силового кабеля

6. Измерить сопротивление изоляции силового кабеля напряжением до 1 кВ, подключая поочередно выводы мегаомметра к жилам кабеля, как показано на рисунке 3.2. Техника измерения аналогична измерению сопротивления изоляции обмоток двигателя.

7. Результаты измерения записать в таблице 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

Результаты измерений

Наименование	Сопротивление, МОм					
	U1-K	V1-K	W1-K	U1-V1	V1-W1	U1-W1
Обмотка статора АД						
Обмотка статора АД с фазным ротором						
Обмотка фазного ротора						
Обмотка возбуждения ДПТ	Обмотка возбуждения (посл.)		Щеток относительно корпуса		Дополнительных полюсов	
	V1-K	V2-K	A1-K	A2-K	F1-K	F2-K

Таблица 3.2

Результаты измерений

Наименование	Сопротивление, МОм					
	A-B	B-C	A-C	A-N	B-N	C-N
Кабель силовой маки АВВГ						
Кабель силовой марки АВВБ						

3.5. Контрольные вопросы

1. Какой документ определяет нормы сопротивления изоляции электрического оборудования?
2. Какая норма сопротивления изоляции статора асинхронного электродвигателя?
3. Какая норма сопротивления изоляции ротора асинхронного электродвигателя с фазным ротором?
4. Какая норма сопротивления изоляции силового кабеля напряжением до 1 кВ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Испытание электрических аппаратов и электрической проводки напряжением до 1 кВ

4.1 Цель работы: Изучить приемосдаточные испытания электрических аппаратов управления и защиты, электрической проводки напряжением до 1кВ проводимой по программе ПУЭ.

4.2. Краткие теоретические сведения

Электрические аппараты и вторичные цепи схем защиты, управления, сигнализации и измерения испытывают в объеме:

измерение сопротивления изоляции;
испытание повышенным напряжением промышленной частоты;
проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей автоматов. Производится у автоматических выключателей 200 А и более.

Электрические аппараты

Электрические аппараты и вторичные цепи схем защит, управления, сигнализации и измерения испытываются в объеме, предусмотренном ПУЭ [1].

Электропроводки напряжением до 1 кВ от распределительных пунктов до электроприемников испытываются по программе ПУЭ.

Измерение сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции должно быть не менее значений, приведенных в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Наименьшее допустимое сопротивление изоляции аппаратов, вторичных цепей и электропроводки до 1 кВ

Испытуемый объект	Напряжение мегомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм	Примечание
Вторичные цепи управления, защиты, измерения, сигнализации и т. п. в электроустановках напряжением выше 1 кВ			
Шинки оперативного тока и шинки цепей напряжения на щите управления	500-1000	10	Испытания производятся при отсоединенных цепях

Окончание табл. 4.1

Испытуемый объект	Напряжение мегомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм	Примечание
Каждое присоединение вторичных цепей и цепей питания приводов выключателей и разъединителей	500-1000	1	Испытания производятся со всеми присоединенными аппаратами (обмотки приводов, контакторы, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т. п.)
Вторичные цепи управления, защиты, сигнализации в релейно-контакторных схемах установок напряжением до 1 кВ	500-1000	0,5	Испытания производятся со всеми присоединенными аппаратами (магнитные пускатели, контакторы, реле, приборы и т. п.)
Цепи бесконтактных схем системы регулирования и управления, а также присоединенные к ним элементы	По данным завода-изготовителя		-
Цепи управления, защиты и возбуждения машин постоянного тока напряжением до 1,1 кВ, присоединенных к цепям главного тока	500-1000	1	-
Силовые и осветительные электропроводки	1000	0,5	Испытания в осветительных проводках производятся до вворачивания ламп с присоединением нулевого провода к корпусу светильника. Изоляция измеряется между проводами и относительно земли
Распределительные устройства, щиты и токопроводы напряжением до 1 кВ	500-1000	0,5	Испытания производятся для каждой секции распределительного устройства

Электропроводка напряжением до 1кВ от распределительных пунктов до токоприёмников испытывается – измерение сопротивления изоляции.

Силовые и осветительные электропроводки – измеряется сопротивление изоляции проводов и кабелей мегомметром на 1000 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

Сопротивление изоляции электрических аппаратов и распределительных устройств напряжением до 1кВ измеряется мегомметром на 500, 1000 В.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

4.3. Приборы и оборудование:

мегомметр Ф 4101 на напряжение 100, 500, 1000 В – 1 шт;

автоматический выключатель АП50 – 1 шт;

магнитный пускатель ПМЛ 1200 – 1 шт;

тепловое реле РТЛ – 1 шт;

кабельная линия силовой сети – комплект;

асинхронный электродвигатель – 1 шт.

4.4. Схема опыта

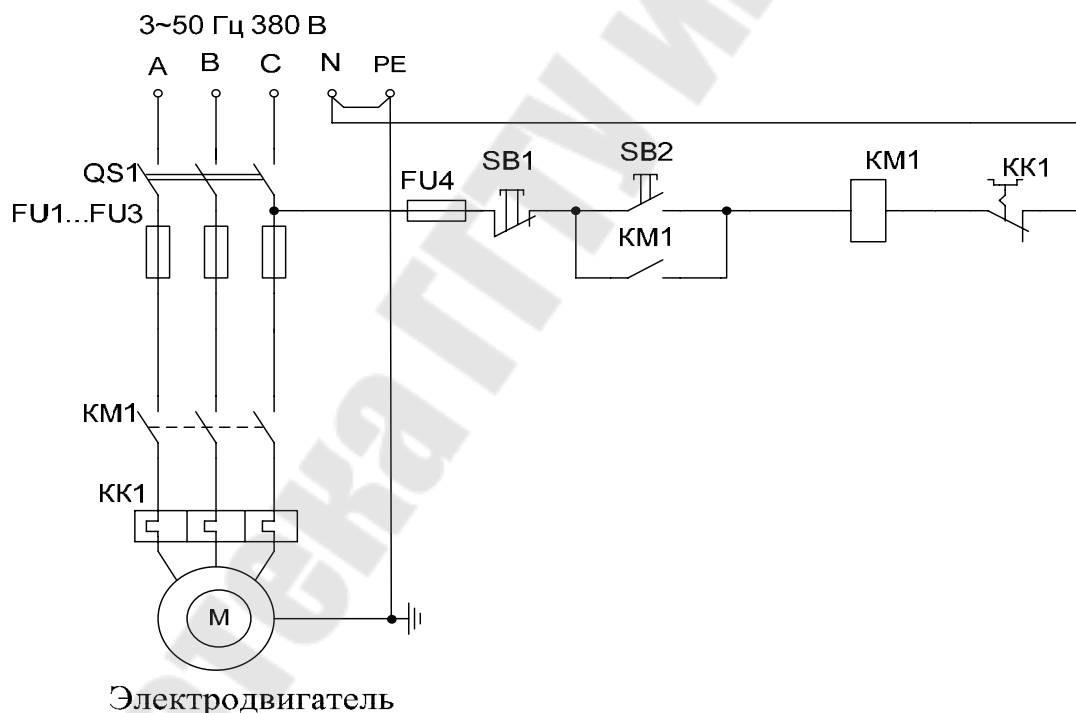


Рис. 4.1. Схема электрической сети напряжением до 1 кВ для проведения испытания

4.5. Задание для выполнения работы

1. Произвести измерение сопротивления изоляции электрических аппаратов установленных в схеме

2. Произвести измерение сопротивление изоляции электрической проводки. Результаты измерения записать в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

Результаты измерений

Наименование	Сопротивление, МОм					
	А-В	В-С	А-С	А-К	В-К	С-К
Автоматический выключатель						
Магнитный пускатель						
Тепловое реле						
Электрическая проводка						

4.6. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Схемы опытов.
4. Результаты измерений.
5. Выводы по проделанной работе.

4.7. Контрольные вопросы

1. Для какой цели производится измерение сопротивления изоляции электрических аппаратов, электрической сети напряжением до 1 кВ?
2. Какая норма удовлетворительного сопротивления изоляции электрических аппаратов до 1 кВ?
3. Какие приборы применяются для измерения сопротивления изоляции?
4. Что необходимо предпринять при неудовлетворительной изоляции?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: Устройство защитного отключения

5.1. Цель работы:

1. Изучить назначение устройства защитного отключения (УЗО).
2. Определить условия включения УЗО в однофазную и трехфазную сеть.
3. Определить быстродействие срабатывания УЗО.

5.2. Краткие теоретические сведения

В соответствии с межгосударственным стандартом [1], а также совместного приказа № 66 концерна «Белэнерго» и Госэнергонадзора Республики Беларусь от 17.04.2001 г разработаны директивные материалы по применению и установке УЗО в качестве основной и дополнительной защиты:

от косвенного прикосновения, когда человек касается корпуса электроприемника, оказавшегося под напряжением вследствие повреждения изоляции;

от прямого прикосновения, когда человек непосредственно касается фазного провода источника питания;

от пожара, который может возникнуть из-за чрезмерных токов утечки.

Принцип действия УЗО

Функционально УЗО можно определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Важным функциональным блоком УЗО является дифференциальный трансформатор (трансформатор тока нулевой последовательности) I (рис. 5.1), используемый в качестве датчика дифференциального тока.

Пусковой орган (пороговый элемент) 2 выполняется, как правило, на чувствительных электромагнитных реле прямого действия или электронных элементах. Исполнительный механизм 3 включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода.

В нормальном режиме, при отсутствии дифференциального тока – тока утечки, в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока I , протекает рабочий ток нагрузки. Эти проводники образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора тока. Если обозначить ток, протекающий по направлению к нагрузке, как I_1 , а от нагрузки как I_2 , то можно записать равенство:

$$I_1 = I_2 .$$

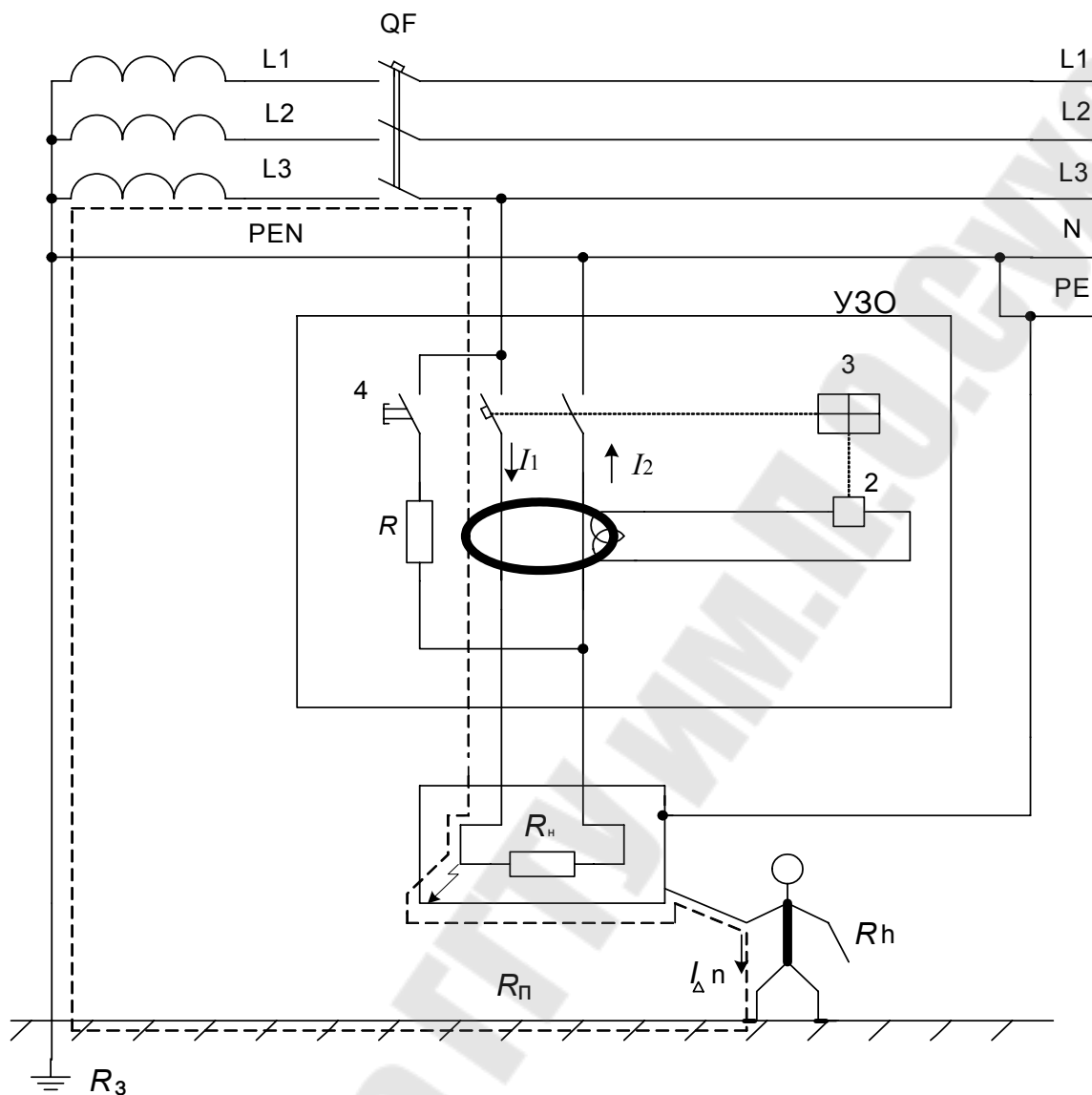


Рис. 5.1. Структурная схема УЗО: 1 – дифференциальный трансформатор; 2 – пусковой орган; 3 – исполнительный механизм; 4 – кнопка тест

Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но векторно встречно направленные магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 . Результирующий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора также равен нулю. Пусковой орган 2 находится в этом случае в состоянии покоя.

При прикосновении человека к открытым токопроводящим частям или к корпусу электроприемника, на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через УЗО кроме тока нагрузки I_1

протекает дополнительный ток – ток утечки I_{Δ} , являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках ($I_1 + I_{\Delta n}$ в фазном проводнике) и (I_2 , равный I_1 , в нулевом проводнике) вызывает неравенство магнитных потоков и, как следствие, возникновение во вторичной обмотке трансформированного дифференциального тока. Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа 2, он срабатывает и воздействует на исполнительный механизм 3. Исполнительный механизм, обычно состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате защищаемая УЗО установка обесточивается.

Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования 4. При нажатии кнопки «ТЕСТ» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно.

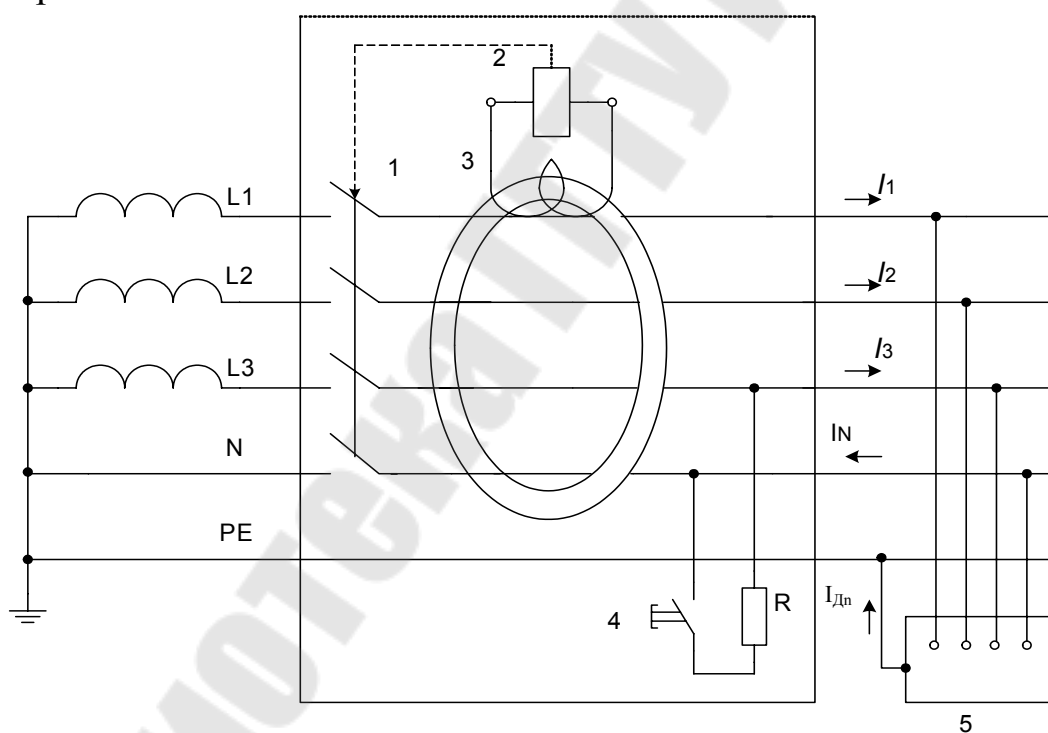


Рис. 5.2. Схема включения четырехполюсного УЗО в сеть:
 1 – исполнительный механизм; 2 – блок управления (усилитель); 3 – датчик дифференциального тока (дифференциальный трансформатор); 4 – кнопка тест-контроль; 5 – трехфазный электроприемник

Трехфазное четырехполюсное исполнение УЗО

Устройства защитного отключения работают на основе функции дифференциального тока (разницы между прямым и обратным током, возникающим при утечке на землю). Дифференциальный трансформатор тока 3 (рис. 5.2) служит сигнализатором (датчиком) наличия тока утечки.

Геометрическая сумма токов, протекающих по первичной обмотке трансформатора в нормальном режиме работы, равна нулю:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = 0.$$

При утечке тока равновесие их в первичной обмотке нарушается:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = I_{\Delta n}$$

(отключающий дифференциальный ток). Тогда в магнитопроводе трансформатора создается магнитный поток, индуцирующий ток во вторичной обмотке, который приводит в действие механизм отключения УЗО.

Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования 4. При нажатии кнопки «ТЕСТ» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно.

Согласно [3] нормируются следующие параметры УЗО:

– номинальное напряжение ($U_{\text{ном}}$) – действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО $U_{\text{ном}} = 220, 380 \text{ В}$;

– номинальный ток нагрузки (I_n) – значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы $I_n = 6; 10; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125 \text{ А}$;

– номинальный отключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta \text{ном}}$) – значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации

$I_{\Delta n} = 0,006 \text{ А (6 мА)}; 0,01 \text{ А (10 мА)}; 0,03 \text{ А (30 мА)}; 0,1 \text{ А (100 мА)}; 0,3 \text{ А (300 мА)}; 0,5 \text{ А (500 мА)}$;

– время срабатывания при значении тока утечки, превышающим уставку $t_{\text{ср}} = 0,02; 0,03; 0,05 \text{ с}$;

- номинальный неотключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta n0}$)
- значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации $I_{\Delta n0} = 0,5I_{\Delta n}$;
- предельное значение неотключающего сверхтока (I_m – минимальное значение неотключающего сверхтока при симметричной нагрузке двух и четырехполюсных УЗО или несимметричной нагрузке четырехполюсных УЗО) $I_m = 6I_n$.

Защитное действие. При применении УЗО все открытые проводящие части установки должны быть соединены защитным проводником. При этом ток через тело человека будет проходить только при наличии повреждения изоляции, обрыве защитного проводника РЕ или при прямом прикосновении к токоведущим частям. При прямом прикосновении к токоведущим частям величину протекающего тока определяют два сопротивления – внутреннее сопротивление тела человека R_h и переходное сопротивление места расположения R_n .

При рассмотрении несчастного случая следует принимать самый неблагоприятный вариант, когда переходное сопротивление места расположения близко к нулю. Сопротивление тела человека зависит от пути протекания тока. Измерения показывают, что по пути протекания тока рука – рука или рука – нога сопротивление составляет около 1000 Ом.

При напряжении утечки на корпусе установки в сети переменного тока напряжением 220 В ток, протекающий через тело человека оказывается равным 220 мА (пороговое значение тока, вызывающее остановку сердца – 100 мА). Следовательно, для защиты людей от поражения электрическим током устройства защитного отключения должны выбираться с номинальным отключающим дифференциальным током 10 мА, 30 мА. Причем применение УЗО в сантехнических помещениях с высокой влажностью ток уставки отключающего дифференциального тока следует выбирать 10 мА. В остальных помещениях, где не требуется аппарат с высокой степенью чувствительности к току утечки – 30 мА.

При использовании УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током $I_{\Delta ном} = 100$ мА, 300 мА и 500 мА выполняется защита от возникновения пожара в случае протекания токов утечки на землю.

5.3. Выполнение работы

1. Собрать схему с двухполюсным УЗО на лабораторном стенде.
2. Включить напряжение сети вводным автоматическим выключателем QF.
3. Включить электроприемник в работу.
4. Создать условия имитирующие касания человека оголенной токопроводящей части эквивалентным сопротивлением R_h .
5. По показаниям электронного секундомера оценить быстродействие срабатывания УЗО.
6. Создать условия имитирующие касания человека корпуса электроприемника, оказавшегося под напряжением вследствие нарушения изоляции.
7. По показаниям электронного секундомера оценить быстродействие срабатывания УЗО.

5.4. Контрольные вопросы

1. Чем вызвано применение УЗО?
2. От чего защищает устройство защитного отключения?
3. Как проверить исправность УЗО?
4. Какие параметры УЗО для защиты людей от поражения электрическим током?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема: Измерение сопротивления контура защитного заземления

6.1. Цель работы: изучить методы измерения контура защитного заземления.

6.2. Краткие теоретические сведения

Заземляющие устройства после монтажных работ и периодически не реже один раз в год испытываются по программе Правил устройства электроустановок. По программе испытания производится измерение сопротивления заземляющего устройства.

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генераторов или трансформаторов или выводов источников однофазного тока, в любое время года должно быть не более 2, 4, 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380, и

220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока.

Измерения сопротивления контура заземляющего устройства производятся измерителем заземления М416 или Ф4103-М1.

Описание измерителя заземления М416

Измерители заземления М416 предназначены для измерения сопротивления заземляющих устройств, активных сопротивлений и могут быть использованы для определения удельного сопротивления грунта (ρ).

Диапазон измерения прибора от 0,1 до 1000 Ом и имеет четыре диапазона измерения:

0,1 ... 10 Ом

0,5 ... 50 Ом

2,0 ... 200 Ом

100 ... 1000 Ом.

Источником питания служат три соединенные последовательно сухие гальванические элемента напряжением по 1,5 В.

6.3. Порядок выполнения работы

1. Установить элементы питания.
2. Установить переключатель в положение «Контроль 5 Ω », нажать кнопку и вращением ручки «реохорд» добиться установки стрелки индикатора в нулевую отметку шкалы.

Порядок работы

1. Подключить соединительные провода к прибору, как показано на рис. 6.1, если измерения производятся прибором М416 или 6.2, если измерения производятся прибором Ф4103-М1.
2. Углубить дополнительные вспомогательные электроды (заземлитель R_B и зонд R_3) по схеме рис. 6.1 и 6.2 на глубину 0,5 м и подключить к ним соединительные провода.
3. Переключатель установить в положение «Х1».
4. Нажать кнопку и вращая ручку «реохорда» приблизить стрелку индикатора к нулю.
5. Результат измерения умножить на множитель.

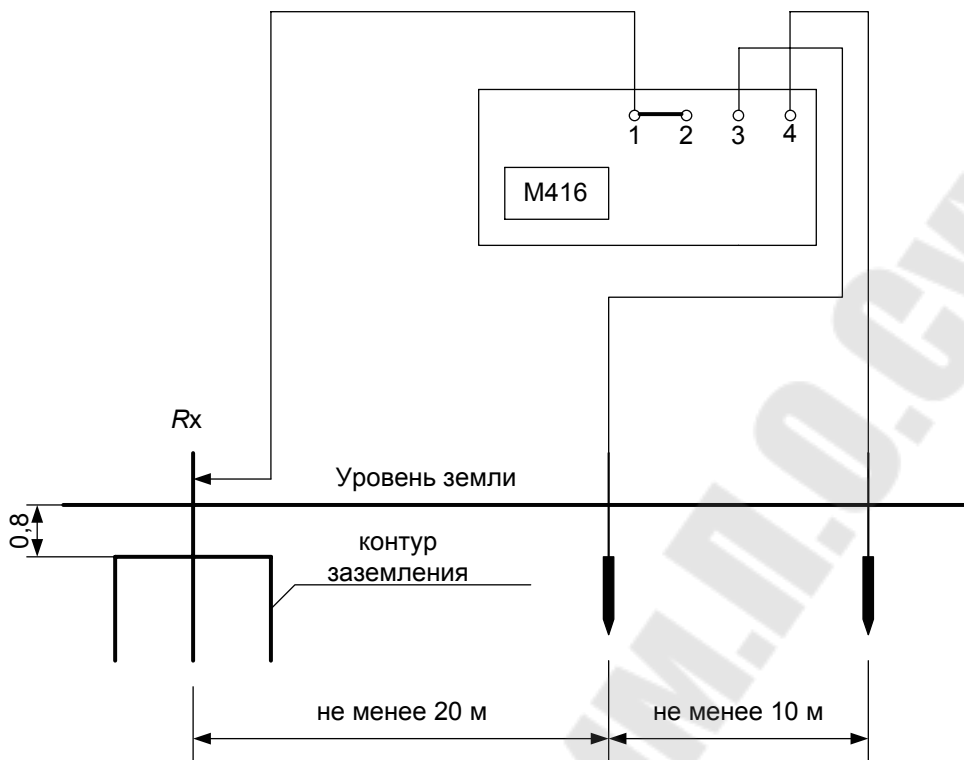


Рис. 6.1. Подключение прибора М416 для измерения сопротивления контура заземления

Измеритель сопротивления заземления
Ф4103-М1

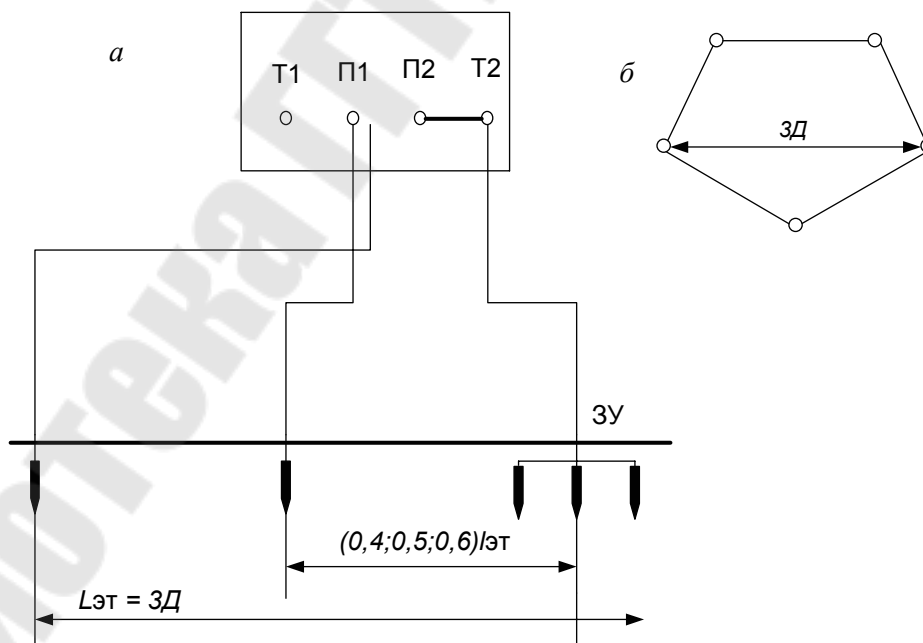


Рис. 6.2. Подключение прибора Ф4103-М1 для измерения сопротивления контура заземления:

а – схема подключения; б – контур заземления

6.4. Контрольные вопросы

1. Какие приборы применяются для измерения сопротивления заземляющего устройства?
2. Какой длины должны быть дополнительные электроды?
3. На какую глубину заглубляются дополнительные электроды?
4. Какая норма сопротивления изоляции для контура заземляющего устройства силовой трансформаторной подстанции?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: Проверка знаний "ПТЭ электроустановок потребителей" и "ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей"

7.1. Цель работы: Изучение вопросов теста по электробезопасности для проверки знаний «ПТЭ электроустановок потребителей» и «ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей»

7.2. Теоретические сведения

Требование к электротехническому персоналу

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.

Проверка знаний правил каждого работника, осуществляющего оперативное обслуживание электроустановок, производится и оформляется индивидуально. Результаты проверки знаний заносятся в журнал установленной формы.

Каждому работнику, успешно прошедшему проверку знаний, выдается удостоверение установленной формы о проверке знаний с присвоением группы (II – V) по электробезопасности.

Группа по электробезопасности I присваивается не электротехническому персоналу, связанному с работой, при выполнении которой может возникнуть опасность поражения электрическим током.

Электротехнический персонал предприятия подразделяется на: *административно-технический*, организующий и принимающий непосредственное участие в оперативных переключениях, ремонтных, наладочных и монтажных работах в электроустановках. Этот персонал имеет права оперативного ремонтного или оперативно-ремонтного персонала;

оперативный персонал – осуществляющий оперативное управление электрохозяйством предприятия, цеха, а также оперативное обслуживание электроустановок (осмотр, проведение работ, проведения оперативных переключений, подготовка рабочего места, допуск и надзор за работающими);

ремонтный персонал – выполняющий все виды работ по ремонту, реконструкции и монтажу электрооборудования;

оперативно-ремонтный персонал – ремонтный персонал небольших предприятий или цехов, специально обученный и подготовленный для выполнения оперативных работ на закреплённых за ним электроустановках. Электротехнический персонал производственных цехов и участков, не входящих в состав энергослужбы предприятия, осуществляющих эксплуатацию электротехнологических установок, и имеющих группу по электробезопасности 2-ю и выше, в своих правах и обязанностях приравниваются к электротехническому, и подчиняется в техническом отношении энергослужбе предприятия.

Электротехническому персоналу, имеющему группу по электробезопасности II – IV включительно, предъявляются следующие требования:

лица, не достигшие 18-летнего возраста, не могут быть допущены к самостоятельным работам в электроустановках;

лица из электротехнического персонала не должны иметь увечий и болезней (стойкой формы), мешающих производственной работе;

лица из электротехнического персонала должны после соответствующей теоретической и практической подготовки пройти проверку знаний и иметь удостоверение на допуск к работам в электроустановках.

До назначения на самостоятельную работу или при переходе на другую работу (должность), связанную с эксплуатацией электроустановок, а также при перерыве в работе в качестве электротехнического персонала свыше 1 года персонал обязан пройти производственное обучение на новом месте работы.

Для производственного обучения лицом ответственным за электрохозяйство цеха, предприятия, персоналу должен быть предоставлен срок, достаточный для приобретения практических навыков, ознакомления с оборудованием, аппаратурой и одновременного изучения в необходимом для данной должности объеме:

Правила "ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей";

Правила устройства электроустановок;
производственных (должностных и эксплуатационных) инструкций;

инструкций по охране труда;

дополнительных правил, нормативных и эксплуатационных документов, действующих на данном предприятии.

Обучение должно производиться по утвержденной программе под руководством опытного работника из электротехнического персонала данного предприятия или вышестоящей организации.

По окончании производственного обучения обучаемый должен пройти в квалификационной комиссии проверку знаний в объеме и ему должна быть присвоена соответствующая (II-V) группа по электробезопасности и выдается удостоверение установленной формы.

При переходе на другое предприятие или переводе на другую работу (должность) в пределах одного предприятия лицу из электротехнического персонала, успешно прошедшему проверку знаний, решением комиссии может быть присвоена та группа по электробезопасности, которая у него была до перехода на другую работу.

После проверки знаний каждый работник из оперативного и оперативно-ремонтного персонала должен пройти стажировку на рабочем месте (дублирование) продолжительностью не менее 2 недель под руководством опытного работника, после чего он может быть допущен к самостоятельной оперативной работе.

Допуск к стажировке и самостоятельной работе осуществляется:
для инженерно-технических работников распоряжением по предприятию;

для рабочих распоряжением по цеху.

Для ремонтного персонала дублирование не требуется.

Периодическая проверка знаний персонала должна производиться в следующие сроки:

1 раз в год – для электротехнического персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки;

1 раз в 3 года – для ИТР.

Внеочередная проверка знаний проводится в случаях:

при неудовлетворительной оценке знаний в сроки, установленные квалификационной комиссией, но не реже чем через 2 недели;

при переводе на другую работу;

при введении в действие новой редакции Правил;
по требованию вышестоящей организации;
по требованию органов Госэнергонадзора.

Проверку знаний правил должны проводить квалификационные комиссии в составе не менее 3 человек.

В таблице приведены группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки

Таблица 7.1

Группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки

Группа по электробезопасности	Минимальный стаж работы в электроустановках, месяц		Характеристика персонала
	Электротехнический персонал	Практиканты ВУЗов	
I	Не нормируется		Лица, не имеющие специальной электротехнической подготовки
II	2	Не нормируется	Для лиц с группой II обязательны: 1. Элементарное техническое знакомство с электроустановками 2. Отчетливое представление об опасности электрического тока и приближения к токоведущим частям 3. Знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках 4. Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока.
III	10 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	Для лиц с группой III обязательны: 1. Знакомство с устройством и обслуживанием электроустановок 2. Отчетливое представление об опасностях при работе в электроустановках 3. Знание общих правил техники безопасности 4. Знание правил допуска к работам в электроустановках 5. Знание специальных правил техники безопасности по тем видам работ, которые входят в обязанности данного лица 6. Умение вести надзор за работающими в электроустановках 7. Знание правил оказания первой помощи и умение оказать первую помощь пострадавшим (приемы искусственного и т.д.) от электрического тока

IV	6 в предыду- щей груп- пе	–	<p>Для лиц с группой IV обязательны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Познания в электротехнике в объеме специализированного профтехучилища 2. Полное представление об опасности при работах в электроустановках 3. Знание настоящих Правил в объеме занимаемой должности 4. Знание установки настолько, чтобы свободно разбираться, какие именно элементы должны быть отключены для производства работы, находить в натуре все эти элементы и проверять выполнение необходимых мероприятий по обеспечению безопасности 5. Умение организовать безопасное проведение работ и вести надзор за ними 6. Знание Правил оказания первой помощи и умение практически оказать первую помощь пострадавшим (приемы искусственного дыхания и т.д.) от электрического тока 7. Схемы и оборудования своего участка 8. Умение обучить персонал других групп правилам техники безопасности и оказанию первой помощи (приемы искусственного дыхания и т.д.) пострадавшим от электрического тока
----	---------------------------------------	---	---

Примечания: 1. Лица из электротехнического персонала с группой по электробезопасности II – IV, имеющие просроченные удостоверения или не прошедшие проверку знаний, приравниваются к лицам с группой I.

2. Практикантам моложе 18 лет не разрешается присваивать группу выше II.

7.3. Выполнение работы

1. После изучения теоретического материала Правил ПТБ приступить к закреплению знаний правил ПТБ на ПЭВМ с помощью обучающей программы «Trenager Pro».

2. Включить компьютер.

3. Вызвать программу с пиктограммой «Trenager Pro». После загрузки программы произвести выбор категории персонала по указанию преподавателя:

Административно-технический;

Оперативный персонал;

Оперативно-ремонтный;

Ремонтный;

Специалисты по охране труда.

4. На экране монитора высвечивается страница «Выбор билета». С помощью курсора выберите билет 1 из 30 и нажмите табло «Тест»

5. Выберите номера правильных ответов 1 из 5.

После ответа на последний вопрос высвечиваются «Результаты тестирования».

Номер билета.

Допущенные ошибки.

В примечании приводится ссылка с указанием номера главы с правильным ответом.

6. После уточнения правильного ответа на поставленный вопрос нажмите «ОК» и «ВЫХОД».

7.4. Контрольные вопросы

1. Кому присваивается II квалификационная группа по электробезопасности?

2. Кому присваивается III квалификационная группа по электробезопасности?

3. Кому присваивается IV квалификационная группа по электробезопасности?

4. Кому присваивается V квалификационная группа по электробезопасности?

5. В какие сроки проводится первичная проверка знаний по электробезопасности?

6. Когда проводится внеочередная проверка знаний по электробезопасности?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Меры защиты от поражения электрическим током

2.1. Цель работы: Изучить систему защитного заземления.

2.2. Краткие теоретические сведения

Меры защиты от поражения электрическим током

Все случаи поражения человека током в результате электрического удара возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека или, при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение.

Опасность такого прикосновения, оцениваемая значением тока, проходящего через тело человека, или же напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов:

- схемы замыкания цепи через тело человека;
- напряжения сети;
- режима нейтрали сети (нейтраль изолирована, или заземлена);
- сопротивления тела человека;
- степени изоляции токоведущих частей от земли;
- значения емкости токоведущих частей относительно земли.

Следовательно, в одних случаях замыкание цепи тока через тело человека будет сопровождаться прохождением через него малых токов или окажется неопасным, в других – токи могут достигать больших значений, способных вызвать смертельное поражение человека.

Наиболее типичными являются два случая замыкания цепи через тело человека:

- 1) касание одновременно двух проводов сети (двухфазное прикосновение);
- 2) касание одного провода (однофазное прикосновение).

Двухфазное прикосновение (рис. 2.1) более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение – линейное и поэтому через человека пойдет больший ток, A :

$$I_h = \frac{U_{л}}{R_h}, \quad (2.1)$$

где $U_{л}$ – линейное напряжение, В;

R_h – сопротивление тела человека (в расчетах принимается 1000 Ом).

При двухфазном прикосновении ток, проходящий через тело человека, практически не зависит от режима нейтрали сети, следовательно, двухфазное прикосновение является одинаково опасным как в сети с изолированной, так и заземленной нейтралью. При двухфазном прикосновении опасность поражения не уменьшится и в случае, если человек будет надежно изолирован от земли, т.е. иметь на ногах диэлектрические галоши или боты либо будет стоять на изолирующем полу или диэлектрическом ковре.

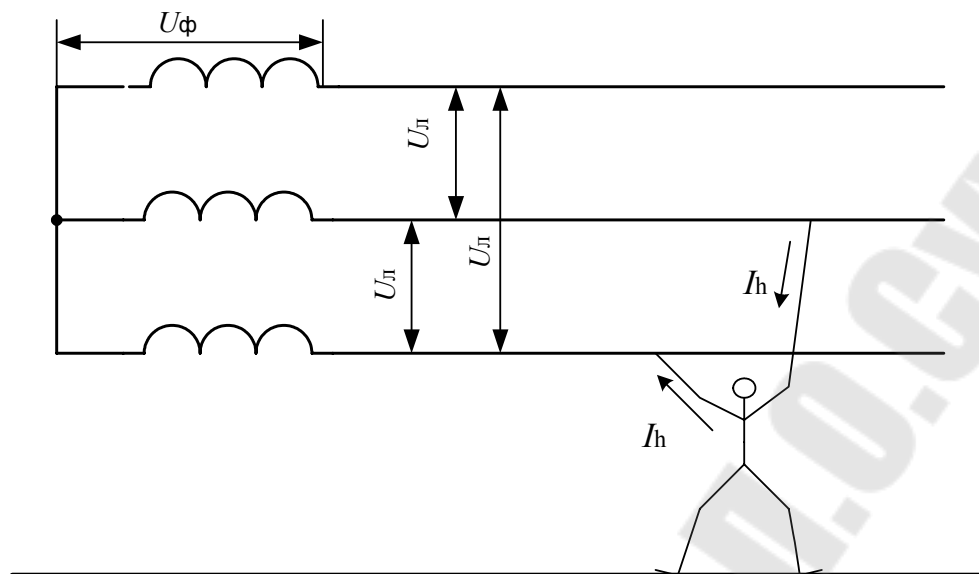


Рис. 2.1. Прикосновение человека к двум фазам

Однофазное прикосновение

В сети с заземленной нейтралью (рис. 2.2) цепь тока, проходящего через человека, включает: сопротивление тела человека; сопротивление обуви; сопротивление пола; сопротивление заземления нейтрали источника тока (генератора или трансформатора). Все эти сопротивления включены последовательно.

Ток, проходящий через человека определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_{\text{обуви}} + R_{\text{пола}} + R_0}, \quad (2.2)$$

В сети с изолированной нейтралью (рис. 2.3) ток, проходящий через тело человека в землю, возвращается к источнику тока через изоляцию проводов сети, которая в исправном состоянии обладает большим сопротивлением.

Ток, проходящий через человека для этого случая, определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_{\text{об}} + R_{\text{пола}} + \frac{R_{\text{изол}}}{3}}, \quad (2.3)$$

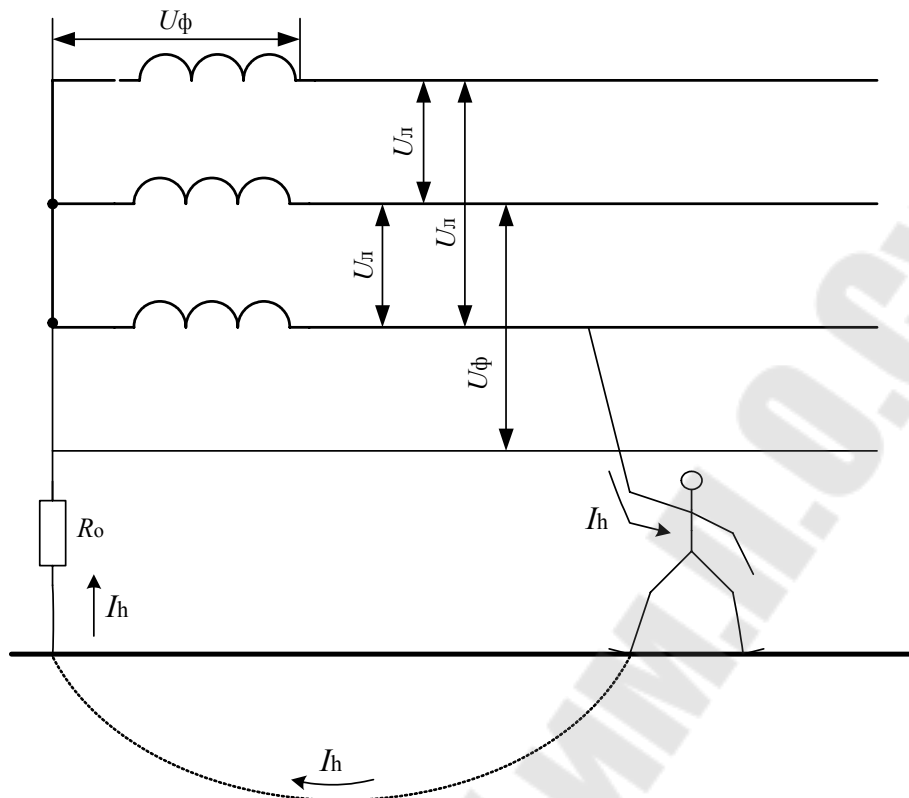


Рис. 2.2. Прикосновение человека к одной фазе трехфазной сети с заземленной нейтралью

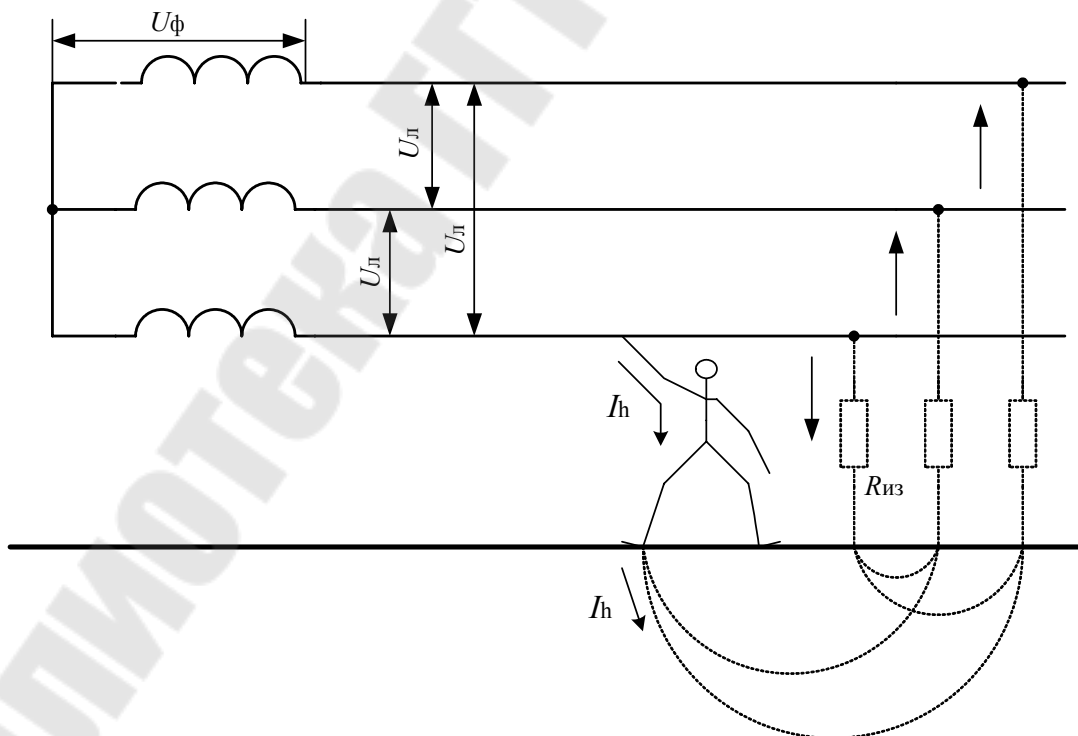


Рис. 2.3. Прикосновение человека к одной фазе трехфазной сети с изолированной нейтралью

2.3. Задание для выполнения практической работы

1. Рассчитать силу тока, протекающего через тело человека при прикосновении к двум фазам трехфазной системы напряжения 380 В. Тело человека принять в расчетах 1000 Ом.

2. Рассчитать силу тока, протекающего через человека при прикосновении к одной из фаз трехфазной системы напряжения 380 В с изолированной нейтралью и с глухозаземленной нейтралью. Сопротивление тела человека принять в расчетах 1000 Ом.

Указания к выполнению задачи. Вычертить схемы замещения. После расчетов сделать вывод, является ли полученное значение тока I_h безопасным для человека.

Таблица 2.1

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопротивление заземления нейтрали, Ом	2	3	4	2,5	3,5	4	2,2	2	4	1,8
Сопротивление пола, кОм	1,4	50	22	97	15	1,5	3,0	10	2,5	99
Сопротивление обуви, кОм	500	700	600	300	100	800	900	200	400	1000

2.4. Контрольные вопросы

1. Какое сопротивление тела человека принимается в расчетах?
2. Как влияет сопротивление тела человека на ток, проходящий через тело человека?
3. Как влияет сопротивление обуви на ток, проходящий через тело человека?
4. Как влияет схема соединения обмоток источника тока на ток проходящий через тело человека?
5. Какая схема источника тока безопаснее в отношении поражения электрическим током?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Защитное заземление

3.1. Цель работы. Изучить меры защиты от поражения электрическим током

3.2. Краткие теоретические сведения

Защитное заземление

Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус.

Задача защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу и другим нетоковедущим металлическим частям электроустановки, оказавшейся под напряжением.

Принцип действия заземления – снижение напряжения между корпусом, оказавшимся под напряжением, и землей до безопасного значения.

Рассмотрим два случая:

Если корпус электрооборудования не заземлен, то прикосновение человека к корпусу, который оказался в контакте с фазой равносильно прикосновению к фазе. В этом случае ток, проходящий через человека, определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_{об} + R_{пола} + \frac{R_{изол}}{3}}, \quad (3.1)$$

Напряжение, под которым окажется человек, прикоснувшийся к корпусу, напряжение прикосновения составит:

$$U_\phi = I_h R_h. \quad (3.2)$$

Если корпус заземлен (рис. 3.1), то ток, проходящий через человека при $R_{об} + R_{пола} = 0$, можно определить по выражению

$$I_h = \left(\frac{3U_\phi}{R_h \cdot R_{из}} \right) R_3, \quad (3.3)$$

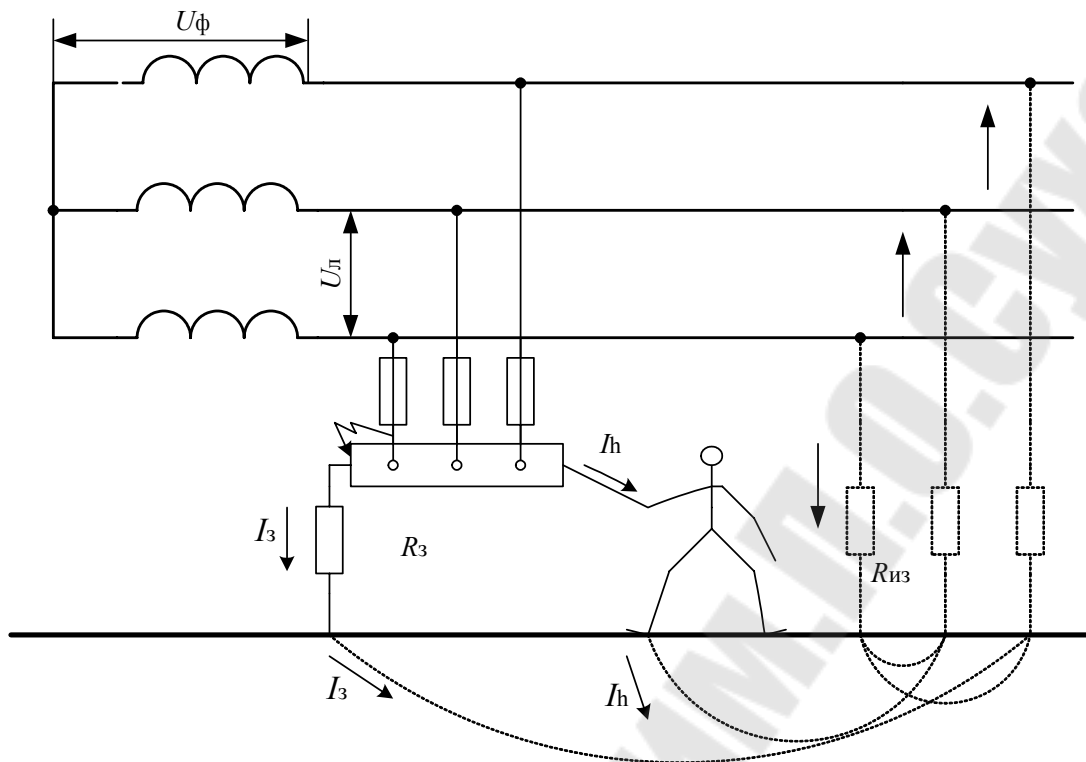


Рис. 3.1. Корпус электроприемника заземлен

3.3. Задание для выполнения практической работы

Определить силу тока, проходящую через тело человека, прикоснувшегося к корпусу поврежденной электроустановки при пробое изоляции.

Указания к решению задачи. При решении задачи необходимо определить силу тока I_h , проходящего через тело человека: *а* – при наличии защитного заземления; *б* – без защитного заземления. Сравнить силу тока с допустимым уровнем.

Таблица 3.1

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопротивление изоляции, кОм	5	6	7	4	8,5	5,5	4,5	6,5	4,8	7,5
Сопротивление тела человека, кОм	1	0,9	0,95	1,15	1,25	1,3	1,4	1,5	1,2	1,1
Напряжение, В	220	380	220	380	127	380	220	127	660	380
Сопротивление защитного заземления, Ом	3,5	2,5	1,5	5	6	4,0	9,5	8,0	2,0	4,0

3.4. Контрольные вопросы

1. Какая норма сопротивления заземляющего контура принята по ПУЭ?
2. Какие факторы влияют на степень поражения человека электрическим током?
3. Какой величины напряжение при двухфазном прикосновении в сети напряжением 380 В?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Защитное зануление

4.1. Цель работы: Изучить защитное зануление.

4.2. Краткие теоретические сведения

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (замыкание между фазным и нулевым проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети.

Зануление требует наличия в сети нулевого защитного проводника, заземления нейтрали источника тока и повторного заземления нулевого защитного проводника.

Назначение нулевого защитного проводника. Различают нулевой защитный проводник (РЕ) и нулевой рабочий проводник (N).

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока (генератора или трансформатора).

Нулевым рабочим проводником называется проводник, служащий для питания током электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока (генератора или трансформатора).

При замыкании фазы на корпус (рис. 4.1) по цепи, образовавшейся через землю, будет проходить ток:

$$I_3 = \frac{U_\phi}{R_0 + R_3}, \quad (4.1)$$

на корпусе относительно земли возникает напряжение

$$U_k = I_3 R_3 = \frac{U_\phi R_3}{R_0 + R_3}, \quad (4.2)$$

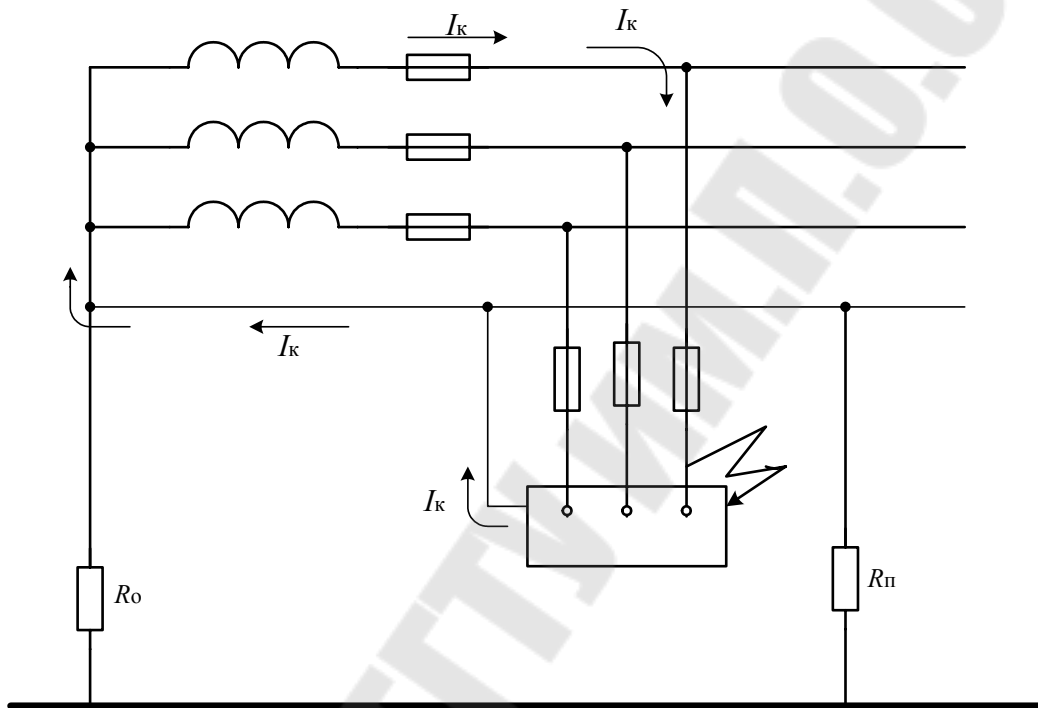


Рис. 4.1. Принципиальная схема зануления

Назначение заземления нейтрали – снижение до безопасного значения напряжения относительно земли нулевого защитного провода.

Назначение повторного заземления нулевого защитного провода – уменьшение опасности поражения людей электрическим током, возникающей при обрыве нулевого защитного провода и замыкания фазы на корпус за местом обрыва.

Если нулевой защитный проводник будет иметь повторное заземление, то при его обрыве сохранится цепь тока I_3 через землю (рис. 4.2), благодаря чему напряжение зануленных корпусов относительно земли, находящихся за местом обрыва, снизится до значения:

$$U_k = I_3 R_\Pi = \frac{U_\phi R_\Pi}{R_0 + R_\Pi}, \quad (4.3)$$

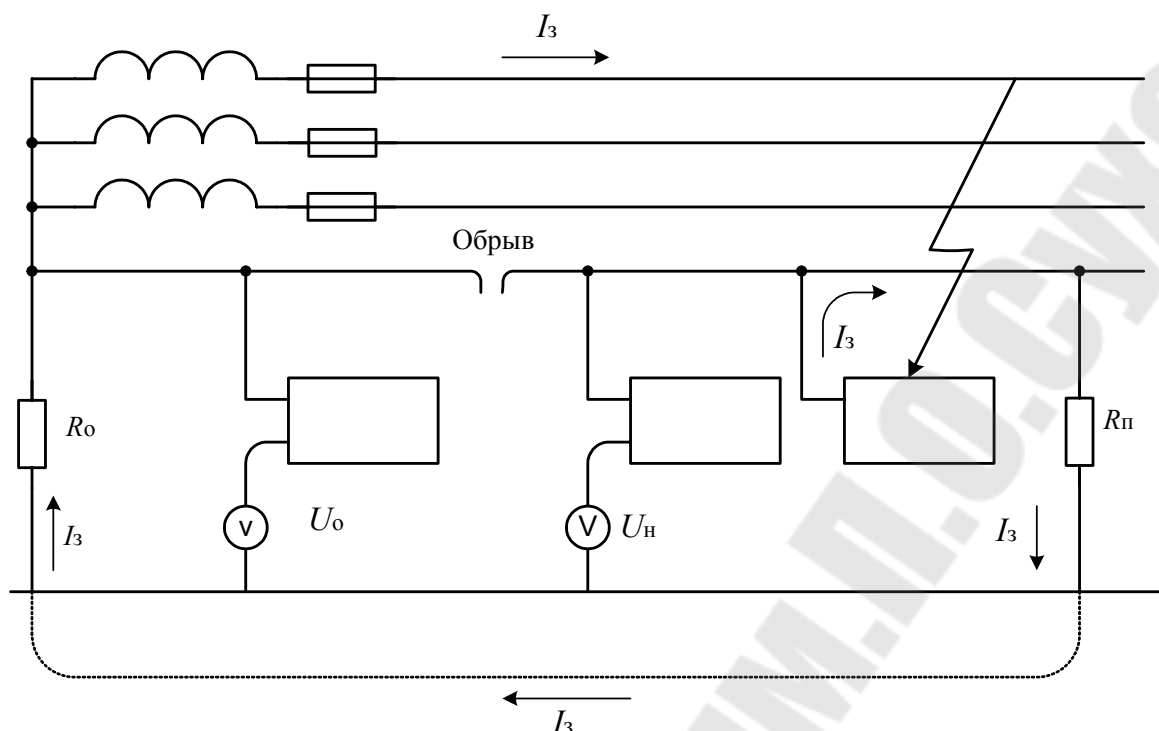


Рис. 4.2. Замыкание фазы на корпус при обрыве нулевого защитного проводника

4.3. Задание для выполнения практической работы:

Выполнить расчет зануления в электрической сети 380/220 В (пункты 1 – 6). При решении задачи необходимо привести принципиальную схему и схему замещения. В выводе по задаче обосновать выбор сечения нулевого провода и необходимость его повторного заземления, дать заключение об эффективности зануления. Исходные данные для решения задачи выбираются согласно варианту.

1. Определить номинальный ток электродвигателя по формуле:

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}. \quad (4.4)$$

2. Выбрать сечение провода (фазного и нулевого). Сечение фазного провода выбирается по номинальному току электродвигателя по условию

$$I_{\text{н}} \leq I_{\text{дл. доп.}}. \quad (4.5)$$

3. Сечение нулевого провода выбирается из условия:

Сечение нулевого провода

Сечение фазного провода, мм ²	Сечение нулевого провода, мм ²
до 16	= сечению фазного
16...35	= 16
> 35	не менее 50 % сечения фазного

3. Выбрать автоматический выключатель с комбинированным расцепителем. Ток уставки расцепителя выбирается по номинальному току защищаемого электродвигателя по условию

$$I_p \geq I_n, \quad (4.6)$$

далее производится проверка соответствия выбранного автомата сечению ранее выбранного провода: $I_{дл.доп.} \geq I_p \cdot k$, где $k = 1$ для сетей, требующих защиты от перегрузки и защищаемых автоматами с комбинированным расцепителем.

4. Определить сопротивление трансформатора (Ом), приведенное к стороне низкого напряжения (0,4 кВ); (U – кВ; u – %; ΔP_k – МВт; S – МВ·А).

$$R_T = \frac{\Delta P_k \cdot U_H^2}{S_H^2};$$

$$X_T = \frac{u_{к.р.} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H};$$

$$u_{к.р.} = \sqrt{u_k^2 - u_{к.а.}^2};$$

$$u_{к.а.} = \frac{\Delta P_k}{S_H} \cdot 100.$$

5. Определить ток короткого замыкания (А) при пробое фазы на корпус зануленного электродвигателя ($U_\phi = 220$ В):

$$I_k = \frac{U_\phi}{\frac{z_T}{3} + z_\Pi}, \quad (4.7)$$

где z_Π – полное сопротивление петли фаза-нуль, Ом, $z_\Pi = z_\phi + z_N$.

Сопротивления фазного и нулевого проводов определяется по справочным данным.

6. Выполнить проверку эффективности зануления:

$$I_k \geq I_p \cdot \kappa,$$

где I_p – ток расцепителя автомата, А;

κ – коэффициент кратности тока (чувствительности защиты):

$$\kappa = 1,4 \text{ при } I_p \leq 100 \text{ А};$$

$$\kappa = 1,25 \text{ при } I_p > 100 \text{ А}.$$

В случае замыкания на корпус одной из фаз, образуется цепь однофазного короткого замыкания через малые сопротивления контура: обмотка питающего трансформатора z_T , фазный провод линии z_ϕ , нулевой защитный провод $z_{н.п.}$. При этом возникает ток короткого замыкания I_K , значительно превышающий номинальный ток защитного аппарата (плавкого предохранителя или автоматического выключателя). Аппарат защиты срабатывает и отключает электроприемник от сети, чем ликвидируется опасность прикосновения к корпусу зануленного оборудования.

$$I_K = \frac{U_\phi}{\frac{z_T}{3} + z_{н.п.}}, \quad (4.8)$$

где $z_{н.п.}$ – полное сопротивление петли фаза-нуль, Ом.

Выполнение практической работы

Выполнить расчет зануления в электрической сети напряжением 380/220 В. Электроснабжение осуществляется от силового трехфазного трансформатора. Нагрузка трансформатора – электродвигательная. В качестве защиты установлены плавкие предохранители. Электрическая сеть выполнена проводами с медными жилами.

Указания к решению задачи. При решении задачи необходимо привести принципиальную схему и схему замещения. Обосновать выбор сечения нулевого провода и необходимость его повторного заземления.

Таблица 4.2

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность трансформатора, кВ·А	250	25	40	100	160	25	63	400	40	63
Мощность эл. двигателя, кВт	100	15	22	75	125	11	55	150	30	45
Длина провода, м	200	250	350	300	450	400	550	500	150	100
Сечение провода, мм ²	Определяется по току двигателя									

В качестве защитного аппарата можно применять и автоматические выключатели.

4.4. Контрольные вопросы

1. Дать определение – нулевой рабочий проводник.
2. Дать определение – нулевой защитный проводник.
3. Назначение зануления.
4. Назначение повторного заземления нулевого проводника.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Расчет заземляющего устройства

5.1. Цель работы. Изучить метод расчета контура защитного заземления.

5.2. Краткие теоретические сведения

Расчет заземляющих устройств

При расчете заземляющего устройства определяют тип заземлителей, их количество и место размещения, а также сечение заземляющих проводников.

Сопротивление растеканию заземлителей в основном зависит от удельного сопротивления грунта ρ , которое определяется в зависимости от состава почвы, ее влажности, температуры, плотности прилегания частиц, наличия растворимых солей и пр.

Ниже приведены величины удельного сопротивления грунта ρ (Ом·м), полученные на основании опытных данных при влажности грунта 10 ... 20 %:

песок	700 Ом·м;
супесок	300 Ом·м;
суглинок	100 Ом·м;
глина	40 Ом·м;
садовая земля	40 Ом·м;
чернозем	20 Ом·м;
торф	20 Ом·м.

Зная расчетное удельное сопротивление грунта, можно определить сопротивление одиночного заземлителя.

Сопротивление вертикального заземлителя при длине l (м), диаметре d (мм) определяется по формуле

$$R_0 = \left(0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \right) \cdot \lg \left(\frac{41}{d} \right), \quad (5.1)$$

В расчетах можно пользоваться упрощенными формулами:

– для углубленного пруткового электрода диаметром 12 мм, длиной 5 м

$$R_0 = 0,00227 \rho; \quad (5.2)$$

– для электрода из угловой стали размером 50×50×5 мм, длиной 2,5 м

$$R_0 = 0,0034 \rho; \quad (5.3)$$

для электрода из трубы диаметром 60 мм, длиной 2,5 м

$$R_0 = 0,00325 \rho, \quad (5.4)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта выражено в Ом·см.

Число вертикальных заземлителей определяется по формуле

$$n = \frac{R_0}{\eta R_3}, \quad (5.5)$$

где η – коэффициент экранирования (использования) трубчатых заземлителей определяется по табл. 5.1;

R_3 – сопротивление заземляющего устройства при линейном напряжении 380 В.

Таблица 5.1

Коэффициент экранирования

Число трубчатых заземлителей	Коэффициент экранирования η при отношении расстояния между трубами к их длине (a/l)					
	3	2	1	3	2	1
	Трубы размещены в ряд			Трубы размещены по контуру		
5	0,87	0,8	0,68	-	-	-
10	0,83	0,7	0,55	0,78	0,67	0,59
20	0,77	0,62	0,47	0,72	0,60	0,43
30	0,75	0,6	0,40	0,71	0,59	0,42
50	0,73	0,58	0,30	0,68	0,52	0,37
100	-	-	-	0,64	0,48	0,33

Пример размещения вертикальных и горизонтальных заземлителей

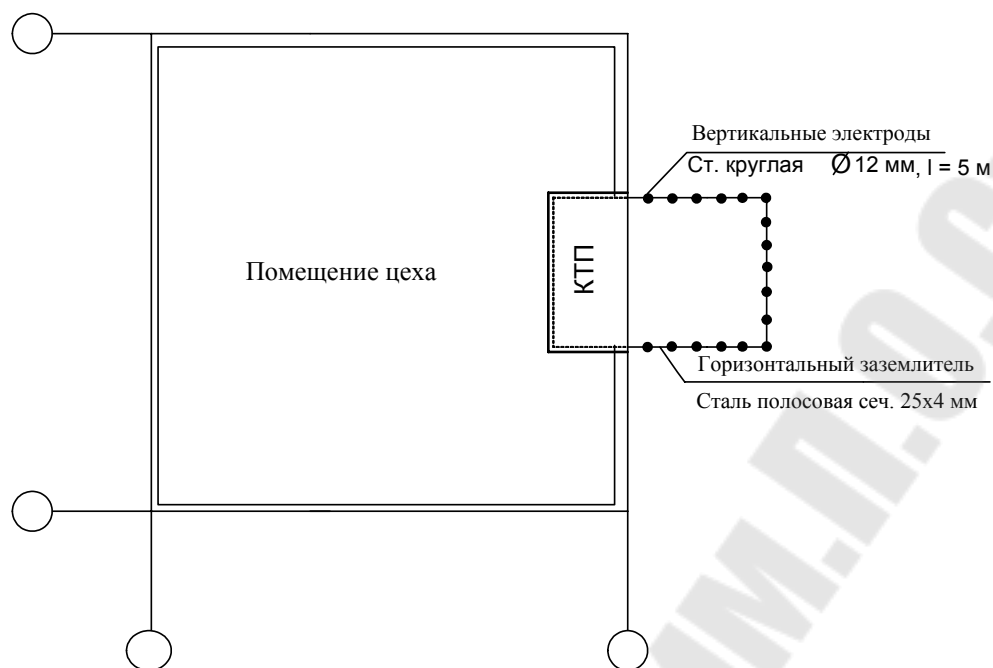


Рис. 5.1. Схема размещения вертикальных и горизонтальных заземлителей

5.3. Задание для выполнения практической работы

Произвести расчет количества вертикальных заземлителей контура защитного заземления трансформаторной подстанции напряжением 10/0,4 кВ.

Указания к решению задачи. В качестве вертикальных электродов принять – сталь круглая диаметр – 12 мм, длина – 5 м ($R_{\text{электрода}} = 0,00227\rho$). Вычертить схему расположения заземлителей контура заземления.

Таблица 5.2

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вид грунта	глина	песок	торф	супесок	глина	чернозем	песок	торф	супесок	глина
Удельное сопротивление грунта, ρ (Ом.м)	40	700	20	300	40	20	700	20	300	40

5.4. Контрольные вопросы

1. В качестве вертикальных заземлителей какие профили применяются?
2. Какие профили применяются в качестве горизонтальных заземлителей?
3. Как конструктивно выполняется контур заземления?

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Пожарная сигнализация

8.1. Цель работы:

1. Изучить устройство и принцип действия пожарных извещателей.
2. Изучить принцип построения установок пожарной сигнализации на базе прибора приемо-контрольного охранно-пожарной сигнализации ППКОП «Сигнал-50».

8.2. Краткие теоретические сведения

Пожарные извещатели подразделяются на ручные и автоматические.

Ручные извещатели предназначены для передачи информации о пожаре по линии связи на технические средства оповещения с помощью человека, обнаружившего пожар. Ручные извещатели устанавливаются на высоте 1,35 ... 1,5 м от пола.

Автоматические пожарные извещатели преобразуют контролируемый признак пожара в электрический сигнал, который передается по линии связи на технические средства оповещения.

Автоматические пожарные извещатели по виду признака пожара подразделяются на тепловые, дымовые, световые, комбинированные. По режиму работы подразделяются для автономной и централизованной охраны.

Тепловые извещатели (термоизвещатели) срабатывают при повышении температуры до заданного предела. Их рекомендуется устанавливать в закрытых помещениях. Термоизвещатели по принципу действия подразделяются на максимальные, срабатывающие при достижении контролируемым параметром (температурой, излучением) определенного значения; дифференциальные, реагирующие на ско-

рость изменения контролируемого параметра; максимально-дифференциальные, реагирующие как на достижение контролируемым параметром заданной величины, так и на скорость его изменения.

Наибольшее применение получили извещатели пожарные тепловые марки ИП-104-1, ИП-103-4/1, ИП-101-1А, ИП-109-2.

Дымовые извещатели применяются в том случае когда, при горении веществ обращающихся в производстве, выделяется большое количество дыма и продуктов сгорания.

Извещатели, реагирующие на дым основаны на использовании фотоэлектрических и ионизационных датчиков

Широкое распространение на практике получили оптоэлектронные дымовые пожарные извещатели марки ИП212-41М, ИП212-50М, ИП212-43, ИП212-45 и комбинированные с температурным датчиком – ИП212-5МС, ИП212-5МК, ИП212-5МКС

Дымовые и тепловые извещатели устанавливаются на потолке, допускается их установка на стенах, балконах, колоннах, подвеска на тросах под перекрытиями зданий.

Извещатель пожарный дымовой автономный ИП 212-15М

Назначение

Извещатель предназначается для обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма, и подачи тревожных извещений в виде звуковых и световых сигналов.

Извещатели предназначены для применения в жилых помещениях.

Питание автономного извещателя осуществляется от элемента питания типа «Крона» (6F22) напряжением 9 В. Разряд батареи контролируется извещателем. При разряде батареи ниже 7,5 В подается кратковременный звуковой сигнал.

Технические характеристики:

Напряжение питания, В	от 7,5 до 10
Потребляемый ток в дежурном режиме, мкА	15
Чувствительность извещателя соответствует задымленности среды с оптической плотностью, дБ/м	от 0,05 до 0,2

Виды выдаваемых звуковых сигналов:

«ТРЕВОГА» – серия длительных тонально-модулированных звуковых сигналов и мигание светодиода;

«Разряд батареи» – кратковременный звуковой сигнал.

Устройство и работа

Принцип действия извещателя основан на периодическом контроле оптической плотности окружающей среды и сравнение ее с пороговым значением.

Наличие дыма в чувствительной зоне оптической системы определяется по увеличению рассеиваемой (переотраженной, преломленной, переизлучаемой) мощности светового потока излучателя (инфракрасного светодиода), которая контролируется приемником (фотодиодом).

При задымленности окружающего воздуха до порогового значения оптической плотности, извещатель будет выдавать сигнал «ТРЕВОГА».

Тест контроль работоспособности извещателя осуществляется от кнопки, расположенной на лицевой стороне, при ее нажатии извещатель должен перейти в режим «ТРЕВОГА».

Отключение (сброс) сигнала производится автоматически после прекращения воздействия, вызвавшего выдачу этого сигнала.

Устанавливается извещатель на потолке в середине комнаты. В случае невозможности выполнения этого условия извещатели могут устанавливаться на потолке у стены, но не ближе 100 мм от нее или на стене на расстоянии от 100 до 300 мм от потолка.

Извещатель пожарный тепловой магнитный

Предназначен для работы в закрытых помещениях и рассчитан на непрерывную круглосуточную работу. Применяется в установках пожарной и охранно-пожарной сигнализации, воспринимающих сигналы о размыкании (обрыве) шлейфа сигнализации.

Извещатель состоит из пластмассового основания 1 (рис. 8.1, а) и термочувствительного датчика 3, закрытого решетчатой пластмассовой крышкой 2. Термочувствительный датчик состоит из герметизированного магнитоуправляемого контакта (геркона) 5 с закрепленной на стеклянном баллоне замкнутой магнитной системой 6, 7, которая размыкается при достижении около извещателя температуры воздуха $70^{\circ}\text{C} \pm 10\%$.

При нормальных условиях герметизированный контакт под действием продольного магнитного поля, образуемого постоянными магнитами и стабилизируемого ферритом, замкнут (рис. 8.1, б). При повышении температуры окружающей среды, аккумулируемой теплоприемниками, до $70^{\circ}\text{C} \pm 10\%$ магнитная проницаемость ферритов резко падает, что приводит к значительному увеличению магнитного

сопротивления между магнитами. Магнитное поле ослабевает, контакты размыкаются, обрывая шлейф сигнализации и вызывая включение соответствующих сигналов на станции пожарной сигнализации.

Технические характеристики

Температура срабатывания, °С	70°С ±10%.
Инерционность, с	не более 120
Контролируемая площадь, м ²	15

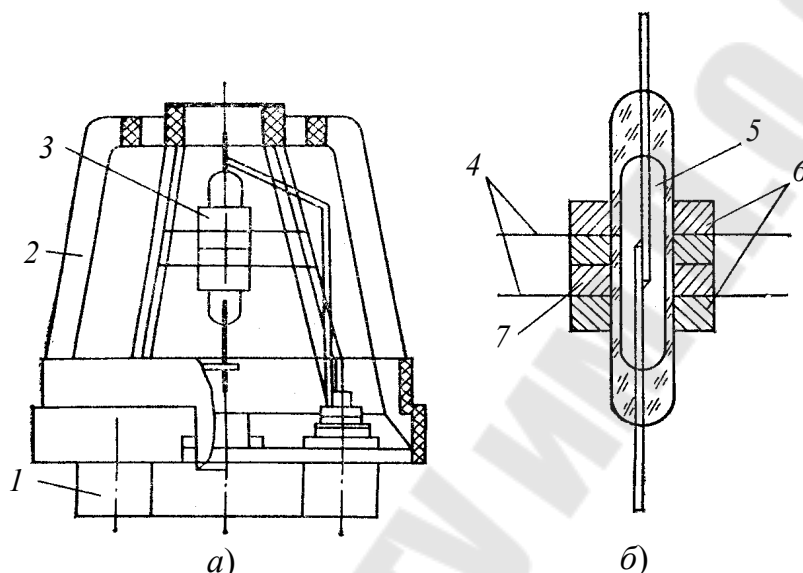


Рис. 8.1. Извещатель пожарный тепловой:
а – конструкция; б – термочувствительный датчик

*Прибор приемо-контрольный охранно-пожарной сигнализации
ППКОП «Сигнал-50»*

Назначение

Прибор предназначен для автономной и централизованной охраны магазинов, касс, банков, аптек, учебных заведений, других учреждений и организаций от пожаров и несанкционированных проникновений путем контроля состояния шлейфов охранной, тревожной и (или) пожарной сигнализации.

Возможно использование прибора в автономном режиме с передачей информации дежурному персоналу, диспетчеру.

В шлейф прибора могут быть включены:

- сигнализаторы магнитоконтактные ИО102-2, ИО102-4, ИО102-5, ИО102-6, датчики типа «Фольга», «Провод»;
- извещатели пожарные тепловые ИП-104-1, ИП-103-4/1, ИП-101-1А, ИП-109-2;
- извещатель ручной кнопочный ИПР-1, ИП5-2Р.

Прибор предназначен для установки внутри охраняемого объекта и рассчитан на круглосуточный режим работы.

Технические характеристики

Напряжение питания, В от 187 до 242 В
Потребляемая мощность прибора, Вт 20

Работа в режиме пожарной сигнализации

Работа прибора с ручным извещателем

При возникновении пожара пользуются ручным извещателем. При нажатии кнопки ручного извещателя включается звуковая и световая сигнализация у дежурного персонала или диспетчера и передается сигнал «ПОЖАР» на пульт центрального наблюдения (ПЦН).

Работа прибора с тепловыми извещателями

При возникновении пожара и срабатывании датчика включается звуковая и световая сигнализация у дежурного персонала или диспетчера и передается сигнал на ПЦН.

8.3. Оборудование:

1. Комплектный лабораторный стенд
2. Исследуемые извещатели:
извещатель ручной ИПР-1
извещатель дымовой автономный ИП 212-15М;
извещатель тепловой
звонок
сигнальная лампа
прибор приемо-контрольный охранно-пожарной сигнализации ППКОП «Сигнал-50».

8.4 Порядок выполнения работы

1. Подключить элемент типа «Крона» к извещателю дымовому автономному ИП 212-15М;
2. Зажечь фитиль и поднести в зону датчика.
3. Включить секундомер и зафиксировать время срабатывания (инерционность) извещателя.
4. Нажать кнопку SB ручного извещателя и проверить работоспособность прибора пожарной сигнализации.
5. Собрать электрическую цепь исследования тепловых извещателей (шлейф № 1).
6. Зажечь фитиль и поднести в зону теплового датчика.
7. Включить секундомер и зафиксировать время срабатывания пожарной сигнализации.

8. Собрать электрическую цепь исследования дымовых извещателей (шлейф №2).

9. Зажечь фитиль и поднести в зону дымового датчика.

10. Включить секундомер и зафиксировать время срабатывания пожарной сигнализации.

11. Результаты измерений записать в таблицу 8.1.

12. Сделать выводы по результатам исследований.

Таблица 8.1

Результаты измерений

Номер опыта	Тип датчика	Время срабатывания (чувствительность), с	
		паспортная	измеренная
1			
2			
3			
Ср. значение			

8.5. Содержание отчета

1. Цель работы
2. Электрическая схема стенда
3. Технические параметры исследуемых извещателей
4. Результаты экспериментальных исследований по таблице 1
5. Выводы по результатам исследований

8.6 Контрольные вопросы

1. По какому принципу устроен тепловой извещатель?
2. По какому принципу устроен дымовой извещатель?
3. Для чего применяется ручной извещатель?
4. Какие действия дежурного персонала при срабатывании пожарной сигнализации?

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. –М.: Главгосэнергонадзор России, 1998. –549 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Издание 4-е перераб и доп. –М.: Энергоатомиздат, 2003. –671 с.
3. Куценко, Г.Ф. Охрана труда в электроэнергетике. –Мн.: ООО «Дизайн ПРО», 2004. –711 с.
4. Куценко, Г.Ф. Электробезопасность. –Мн.: ООО «Дизайн ПРО», 2006. –239 с.
5. СНБ 2.04.05 – 98 Естественное и искусственное освещение. –Мн.: Министерство архитектуры и строительства, 1998. – 59 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Правила подготовки и выполнения работ	3
Производственная санитария	4
Лабораторная работа 1. Измерение уровней освещенности на рабочих местах	4
Лабораторная работа 2. Анализ метеорологических условий в производственных помещениях	7
Практическая работа 1. Искусственное освещение	13
Электробезопасность	17
Лабораторная работа 3. Измерение сопротивления изоляции электрооборудования и силовых кабелей напряжением до 1 кВ.....	18
Лабораторная работа 4. Испытание электрических аппаратов и электрической проводки напряжением до 1 кВ	22
Лабораторная работа 5. Устройство защитного отключения	25
Лабораторная работа 6. Измерение сопротивления контура защитного заземления	31
Лабораторная работа 7. Проверка знаний ПТЭ и ПТБ электроустановок потребителей электроэнергии	34
Практическая работа 2. Меры защиты от поражения электрическим током	39
Практическая работа 3. Защитное заземление	44
Практическая работа 4. Защитное зануление	46
Практическая работа 5. Расчет заземляющего устройства	51
Пожарная безопасность	54
Лабораторная работа 8. Пожарная сигнализация	54

Елкин Валерий Дмитриевич

ОХРАНА ТРУДА

**Лабораторный практикум
по одноименному курсу для студентов
специальностей 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)» и 1-43 01 02
«Электроэнергетические системы и сети»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано в печать 01.06.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,27.

Изд. № 195.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.