

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Вятский государственный университет»

Факультет автоматики и вычислительной техники
Кафедра электронных вычислительных машин

Отчет
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Лабораторная работа №8
Защитное заземление и зануление

Выполнили студенты группы ИВТ-32	_____	/Рзаев А. Э./
	_____	/Дехтерев К. Е./
	_____	/Малых Р. Е./
	_____	/Куцын Д. В./
Проверил преподаватель	_____	/Митенев Ю.Н./

Киров 2018

1. Цель работы

Ознакомиться с принципом защитного заземления и зануления, оценить эффективность их работы.

2. Исходные данные

- Напряжение фазовое $U_{\phi} = 15 \text{ В}$;
- Сопротивление защитного заземления $r_z = 4 \text{ Ом}$;
- Сопротивление рабочего заземления $r_0 = 4 \text{ Ом}$;
- Сопротивление повторного заземления $r_{п1} = r_{п2} = 10 \text{ Ом}$;

3. Ход работы

3.1. Исследование защитного заземления

Схема защитного заземления представлена на рисунке 1.

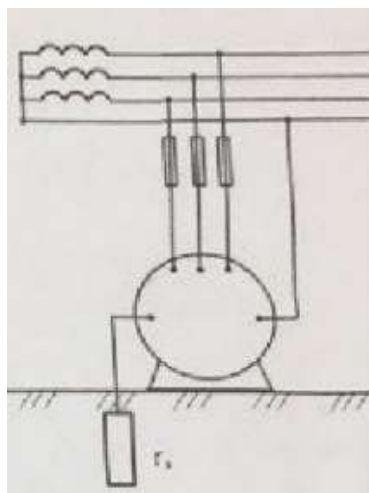


Рисунок 1 – Схема защитного заземления

3.1.1. Измерение напряжения на корпусе в различных режимах нейтрали и защитного заземления в аварийном режиме.

Результаты измерения напряжений на корпусе в аварийном режиме с использованием защитного заземления и без него представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные значения напряжения на корпусе

Режим нейтрали	Напряжение на корпусе электроустановки относительно земли $U, \text{ В}$	
	С защитным заземлением	Без защитного заземления
Изолированная	0,5	7
Заземлённая	0	1,5

Таким образом, защитное заземление позволяет уменьшить разность потенциалов между корпусом и землёй в независимости от того, изолирована нейтраль или заземлена. Заземление также позволяет уменьшить разность потенциалов между корпусом и землёй. Использование защитного заземления вместе с заземлением нейтрали позволило уменьшить разность потенциалов до 0. В тоже время, отсутствие заземления нейтрали и защитного заземления привело к возникновению разности потенциалов, равной 7 В.

3.1.2. Оценка изменения потенциала вокруг заземлителя в аварийном режиме работы.

Необходимо оценить разность потенциалов вокруг заземления, а также шаговое напряжение на расстоянии от заземлителя равном 0; 0,6; 2,5; 10, 20 м при величине шага 0,8 м.

Для расчёта вводится коэффициент шага β , который определяется по формуле:

$$\beta = \frac{\alpha}{x(x + \alpha)},$$

где $\alpha = 0,8$ – величина шага, м;

x – расстояние от заземлителя, м.

Шаговое напряжение $U_{\text{ш}}$ определяется по формуле:

$$U_{\text{ш}} = U_0 * \beta,$$

где U_0 – напряжение в месте замыкания, В.

Результаты расчётов коэффициента β и U_0 , а также измерения потенциала ϕ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчётов и измерений

х, м	0	0,6	2,5	10	20
φ, В	8	7	6,9	3,5	0
β	–	$\beta = \frac{0,8}{0,6(0,6 + 0,8)} = 0,95$	$\beta = \frac{0,8}{2,5(2,5 + 0,8)} = 0,09$	$\beta = \frac{0,8}{10(10 + 0,8)} = 0,007$	$\beta = \frac{0,8}{20(20 + 0,8)} = 0,001$
$U_{\text{ш}}, \text{В}$	–	6,65	0,621	0,024	0

График зависимости напряжения от места замыкания представлен на рисунке 2.

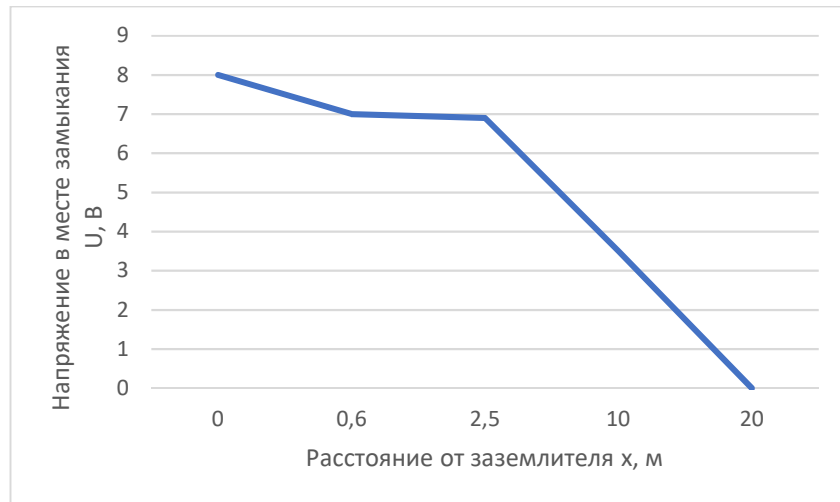


Рисунок 2 – Зависимость потенциала в месте замыкания от расстояния до места заземления

В результате расчётов видно, что шаговое напряжение убывает прямо пропорционально убыванию разности потенциалов от места заземления, которое убывает с увеличением расстояния. Так уже на расстоянии 20 м. шаговое напряжение равно 0 В.

3.1.3. Оценка величины напряжения прикосновения в аварийном режиме работы электроустановки.

Коэффициент прикосновения α вычисляется по формуле:

$$\alpha = \frac{U_{\text{пр}}}{U_0},$$

где $U_{\text{пр}}$ – напряжение прикосновения, В;

U_0 – напряжение в месте замыкания, В.

Результаты расчётов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов

x, м	0	0,6	2,5	10	20
$U_{\text{пр}}, \text{В}$	0	3,5	6,9	7	8
α	$\alpha = \frac{0}{8} = 0$	$\alpha = \frac{3,5}{8} = 0,4375$	$\alpha = \frac{6,9}{8} = 0,8625$	$\alpha = \frac{7}{8} = 0,875$	$\alpha = \frac{8}{8} = 1$

График зависимости напряжения в месте прикосновения от расстояния до места заземления представлен на рисунке 3.

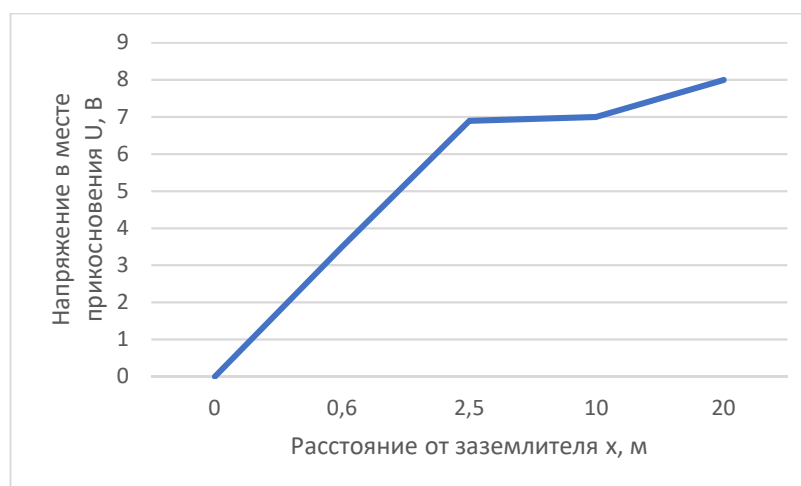


Рисунок 3 – Зависимость напряжения в месте прикосновения от расстояния до заземлителя

Таким образом, чем ближе человек находится к месту замыкания, тем меньше напряжение прикосновения, и в данном случае на расстоянии 20 метров разность потенциалов становится максимальной и равной 8 вольтам.

3.2. Исследования заземления.

Схема зануления представлена на рисунке 4.

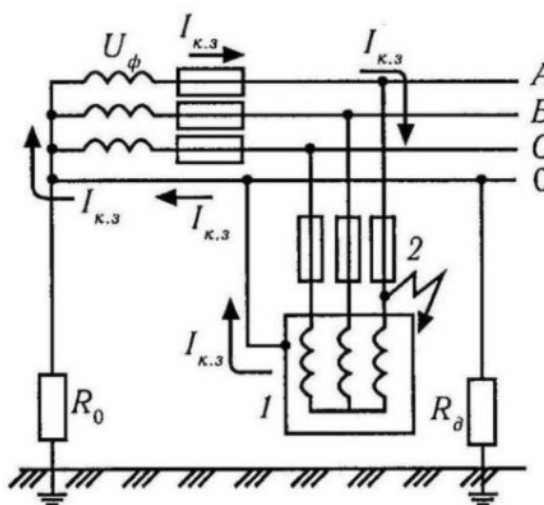


Рисунок 4 – Схема зануления

3.2.1. Исследование влияния сопротивления нулевого провода на разность потенциалов между корпусом электроустановки и землёй.

Сопротивления нулевого провода, %	100	75	50	25	0
Сопротивление фазного провода, %	0	25	50	75	100
Напряжение между корпусом и землёй, В	15	14,5	14	13,5	13

Таким образом, из экспериментальных данных видно, что при уменьшении сопротивления нулевого провода и увеличении сопротивления фазного провода напряжение между корпусом и землёй уменьшается.

3.2.2. Исследование влияния повторного заземления нулевого провода на величину напряжения прикосновения при его обрыве.

Для расчёта напряжения обрыва $U_{1п}$ используется следующая формула:

$$U_{1п} = U_{\phi} \frac{R_0}{R_0 + R_n},$$

где U_{ϕ} – напряжение прикосновения, В;

R_0 – сопротивления заземления, Ом;

R_n – сопротивление повторного заземления, Ом;

Для расчёта напряжения после обрыва $U_{2п}$ используется следующая формула:

$$U_{2п} = U_{\phi} \frac{R_n}{R_0 + R_n},$$

где U_{ϕ} – напряжение прикосновения, В;

R_0 – сопротивления заземления, Ом;

R_n – сопротивление повторного заземления, Ом;

Общее сопротивление повторного заземления R_n определяется по следующей формуле и равно:

$$R_n = \frac{1}{\frac{1}{R_{n1}} + \frac{1}{R_{n2}}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} = \frac{1}{\frac{2}{10}} = 5 \text{ Ом},$$

где R_{n1} – первое сопротивление повторного заземления, Ом;

R_{n2} – второе сопротивление повторного заземления, Ом;

Режимы	Напряжение прикосновения на электроустановках, В		
	до обрыва	после обрыва	
	расчётное	расчётное	фактическое
Повторное заземление отсутствует	$U = 15 \frac{4}{4 + 0} = 15$	$U = 15 \frac{4}{4 + 0} = 15$	15,000
Одно повторное заземление	$U_{1п} = 15 \frac{4}{4 + 10} = 4,285$	$U_{2п} = 15 \frac{10}{4 + 10} = 10,714$	11,000
Два повторных заземления	$U_{1п} = 15 \frac{4}{4 + 5} = 6,666$	$U_{2п} = 15 \frac{5}{4 + 5} = 8,33$	8,100

При анализе полученных результатов видно, что повторное заземление нулевого провода уменьшает величину напряжения прикосновения при его обрыве, также в данном случае два повторных заземления уменьшают величину напряжения прикосновения при обрыве примерно на 26% по сравнению с одиночным повторным заземлением и примерно на 45% по сравнению с отсутствием заземления.

Таким образом, использование заземлений позволяет уменьшить напряжение при обрыве, уменьшая риск поражения током.

3.2.3. Оценка времени срабатывания защиты в аварийном режиме работы сети 380/220 В.

В ходе проведения эксперимента было установлено, что время срабатывания защиты t равно 0,474 с.

4. Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были рассмотрены различные варианты понижения напряжения между корпусом электроустановки и землёй. Были рассмотрены методы защитного зануления и заземления.

В случае зануления, напряжение между корпусом установки и землёй уменьшалось при увеличении сопротивления фазного провода и уменьшении сопротивления нейтрали.

В случае заземления, напряжение между корпусом и землёй уменьшалось при увеличении числа повторных заземлений.

Также были рассмотрены напряжения прикосновения и шаговое.

Напряжение прикосновения возникает при одновременном прикосновении к проводящей части (месту замыкания) и земле. Чем ближе человек к месту замыкания, тем выше напряжение прикосновения, поэтому следует избегать мест замыкания во избежание поражения током.

Шаговое напряжение возникает из-за разности потенциала между точками, располагающимися на расстоянии шага. Чем ближе эти точки к месту замыкания, тем больше напряжения, поэтому следует избегать мест замыкания во избежание поражения током. Шаговое напряжение также зависит и от размера шага – чем он больше, тем оно выше. Поэтому, при невозможности обойти место замыкания, его следует пройти как можно дальше от провода небольшими шажками, для уменьшения шагового напряжения.