

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ**

Б1.В.ДВ.09.01

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Энергоэнергетика и электротехника

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Электроснабжение

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
3.1 Распределение объема дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	10
4.3 Лабораторные работы.....	77
4.4 Семинары / практические занятия.....	77
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	77
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	78
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	78
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	79
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	80
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	80
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.....	80
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	89
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	89
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	90
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	96
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	97

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Дать теоретическую основу знаний об организационно-технических, медицинских и защитных мероприятиях при эксплуатации электроустановок электроэнергетического комплекса.

Задачи дисциплины

Формирование ясного представления о воздействии электрического тока на организм человека, приобретение практических навыков по оказанию первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током, по применению основных методов защиты персонала от воздействия вредных и опасных производственных факторов.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-9	Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	знать: – основные поражающие факторы в электроустановках; – основные приемы оказания первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током; уметь: – оценить состояние человека при поражении электрическим током; – оказывать первую помощь при поражении человека электрическим током; владеть: – методами освобождения людей от воздействия электрического тока и оказания первой медицинской помощи.
ПК-10	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда	знать: – основные правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок; – основные правила пожаробезопасности; – технические требования и нормы по охране труда; уметь: – формировать законченное представление об организации безопасного проведения работ; – осуществлять непосредственное руководство работами в электроустановках любого напряжения, – чётко обозначать и излагать требования о мерах безопасности; владеть: – навыками безопасного проведения работ в электроустановках; – навыками практического применения электрозащитных средств при эксплуатации электроустановок; – навыками тушения пожаров

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.09.01 Основы электробезопасности относится к элективной.

Дисциплина Основы электробезопасности базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: теоретические основы электротехники, электрические станции и подстанции, электроснабжение, приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Основы электробезопасности представляет основу для преддипломной практики и подготовки к государственной итоговой аттестации.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоёмкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	8	144	48	24	24	-	69	-	экзамен
Заочная	5	-	144	16	8	8	-	119	-	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	3	-	144	14	8	6	-	121	-	экзамен

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости

Вид учебных занятий	Трудоёмкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			8
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	48	13	48
Лекции (Лк)	24	13	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	-	24
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	69	-	69
Подготовка к лабораторным работам	36	-	36
Подготовка к экзамену в течение семестра	33	-	33
III. Промежуточная аттестация экзамен	27	-	27
Общая трудоёмкость дисциплины, час.	144		144
зач. ед.	4		4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	7
1.	Электрический ток – опасный и вредный фактор	40,5	5,5	12	23
1.1.	Действие электрического тока на организм человека	1,5	0,5	-	1
1.2	Виды поражения организма человека электрическим током	2,5	0,5	-	2
1.3	Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека	9	1	4	4
1.4	Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	17,5	1,5	6	10
1.5	Оказание первой помощи при поражении электрическим током	7	1	2	4
1.6	Порядок расследования несчастных случаев на производстве	3	1	-	2
2.	Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока	48,5	8,5	12	28
2.1.	Защитное заземление	8	1	2	5
2.2.	Зануление в электроустановках	9	1	4	4
2.3.	Повторное заземление	1,5	0,5	-	1
2.4.	Измерение сопротивления петли фаза-нуль	6,5	0,5	2	4
2.5.	Устройства защитного отключения	11	1	4	6
2.6.	Электроразщитные средства и предохранительные приспособления	5,5	2,5	-	3
2.7.	Средства предупреждения об опасности	2,5	0,5	-	2
2.8.	Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	4,5	1,5	-	3
3.	Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок	12,5	5,5	-	7
3.1.	Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	1,5	0,5	-	1

1	2	3	4	5	7
3.2.	Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	5	3	-	2
3.3	Порядок и условия производства работ	3	1	-	2
3.4.	Организация работ под напряжением в электроустановках	3	1	-	2
4	Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах	5,5	1,5	-	4
4.1.	Источники электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов. Их действие на человека	2,5	0,5	-	2
4.2.	Методы и средства коллективной защиты от электромагнитных излучений	1,5	0,5	-	1
4.3.	Средства индивидуальной защиты от электромагнитных излучений	1,5	0,5	-	1
5.	Требования пожарной безопасности к электроустановкам	10	3	-	7
5.1.	Противопожарные мероприятия на промышленных предприятиях	3	1	-	2
5.2.	Основные принципы прекращения горения	2,2	0,2	-	2
5.3.	Пожарная техника	2,3	1,3	-	1
5.4.	Особенности тушения пожаров в электроустановках	2,5	0,5	-	2
	ИТОГО	117	24	24	69

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	7
1.	Электрический ток – опасный и вредный фактор	38	2	8	28
1.1.	Действие электрического тока на организм человека	2,2	0,2	-	2
1.2	Виды поражения организма человека электрическим током	2,3	0,3	-	2
1.3	Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека	3,5	0,5	-	3

1	2	3	4	5	7
1.4	Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	16,5	0,5	6	10
1.5	Оказание первой помощи при поражении электрическим током	9,5	0,5	2	7
1.6	Порядок расследования несчастных случаев на производстве	4	-	-	4
2.	Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока	38	3	-	35
2.1.	Защитное заземление	8,5	0,5	-	8
2.2.	Зануление в электроустановках	6,5	0,5	-	6
2.3.	Повторное заземление	2	-	-	2
2.4.	Измерение сопротивления петли фаза-нуль	4	-	-	4
2.5.	Устройства защитного отключения	3,5	0,5	-	3
2.6.	Электрозащитные средства и предохранительные приспособления	4,5	0,5	-	4
2.7.	Средства предупреждения об опасности	2,5	0,5	-	2
2.8.	Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	6,5	0,5	-	6
3.	Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок	26	2	-	24
3.1.	Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	2,2	0,2	-	2
3.2.	Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	9	1	-	8
3.3.	Порядок и условия производства работ	6,5	0,5	-	6
3.4.	Организация работ под напряжением в электроустановках	8,3	0,3	-	8
4	Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах	8	-	-	8

1	2	3	4	5	7
4.1.	Источники электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов. Их действие на человека	4	-	-	4
4.2.	Методы и средства коллективной защиты от электромагнитных излучений	2	-	-	2
4.3.	Средства индивидуальной защиты от электромагнитных излучений	2	-	-	2
5.	Требования пожарной безопасности к электроустановкам	25	1	-	24
5.1.	Противопожарные мероприятия на промышленных предприятиях	8,5	1	-	8
5.2.	Основные принципы прекращения горения	4	-	-	4
5.3.	Пожарная техника	6	-	-	6
5.4.	Особенности тушения пожаров в электроустановках	6	-	-	6
	ИТОГО	135	8	8	119

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость; (час.)		
			учебные занятия		самостояте льная работа обучаю- щихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	7
1.	Электрический ток – опасный и вредный фактор	27	1	6	20
1.1.	Действие электрического тока на организм человека	2,2	0,2	-	2
1.2	Виды поражения организма человека электрическим током	2,2	0,2	-	2
1.3	Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека	7,3	0,3	3	4
1.4	Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	4,3	0,3	-	4
1.5	Оказание первой помощи при поражении электрическим током	7	-	3	4
1.6	Порядок расследования несчастных случаев на производстве	4	-	-	4

1	2	3	4	5	7
2.	Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока	46	1	-	40
2.1.	Защитное заземление	9,2	5,2	-	4
2.2.	Зануление в электроустановках	4,2	0,2	-	4
2.3.	Повторное заземление	2	-	-	2
2.4.	Измерение сопротивления петли фаза-нуль	2	-	-	2
2.5.	Устройства защитного отключения	6,3	0,3	-	6
2.6.	Электрозашитные средства и предохранительные приспособления	8,3	0,3	-	8
2.7.	Средства предупреждения об опасности	4	-	-	4
2.8.	Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	10	-	-	10
3.	Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок	36,7	0,7	-	36
3.1.	Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	4	-	-	4
3.2.	Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	12,3	0,3	-	12
3.3.	Порядок и условия производства работ	10,2	0,2	-	10
3.4.	Организация работ под напряжением в электроустановках	10,2	0,2	-	10
4	Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах	14	-	-	14
4.1.	Источники электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов. Их действие на человека	5	-	-	5
4.2.	Методы и средства коллективной защиты от электромагнитных излучений	5	-	-	5
4.3.	Средства индивидуальной защиты от электромагнитных излучений	4	-	-	4

1	2	3	4	5	7
5.	Требования пожарной безопасности электроустановкам	11,3	0,3	-	11
5.1.	Противопожарные мероприятия на промышленных предприятиях	4	-	-	4
5.2.	Основные принципы прекращения горения	3	-	-	3
5.3.	Пожарная техника	2	-	-	2
5.4.	Особенности тушения пожаров в электроустановках	2,3	0,3	-	2
	ИТОГО	135	8	6	121

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Электрический ток – опасный и вредный фактор

Тема 1.1. Действие электрического тока на организм человека

Факторами опасного и вредного воздействия на человека, связанными с использованием электрической энергии, являются:

- протекание электрического тока через организм человека;
- воздействие электрической дуги;
- воздействие биологически активного электрического поля;
- воздействие биологически активного магнитного поля;
- воздействие электростатического поля;
- воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ).

Биологически активными являются электрические и магнитные поля, напряженность которых превышает предельно допустимые уровни (ПДУ) – гигиенические нормативы условий труда.

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Ток, проходя через организм, вызывает нарушение деятельности центральной нервной системы, органов кровообращения, дыхания и др. Степень этих нарушений и тяжесть поражения зависят от различных факторов: напряжения и силы тока, продолжительности его действия на организм, величины сопротивления ему тканей организма, физического и психического состояния человека. Болезненное состояние, опьянение, общая слабость, юный или престарелый возраст пострадавшего снижают сопротивляемость действию электрического тока. Проходя через тело, ток действует двояко: во-первых, встречая сопротивление тканей, он превращается в тепло, которое тем больше, чем больше сопротивление. Наиболее велико сопротивление кожи, вследствие чего возникают её ожоги (от незначительных местных изменений до тяжёлых ожогов вплоть до обугливания отдельных участков тела); во-вторых, ток приводит мышцы, в частности, дыхательные и сердечные, в состояние длительного сокращения, что может вызвать остановку дыхания и прекращение сердцебиения. Проходя через головной и спинной мозг, ток вызывает нарушение их деятельности. Нередко пострадавший гибнет на месте травмы.

Таким образом, отметим, что проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое, биологическое, световое воздействие.

Термическое воздействие тока характеризуется нагревом кожи и тканей до высокой температуры вплоть до ожогов.

Электролитическое воздействие заключается в разложении органической жидкости, в том числе крови, и нарушении ее физико-химического состава.

Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Механическое действие связано с сильным сокращением мышц, вплоть до их разрыва.

Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей и сопровождается судорожными сокращениями мышц.

Световое действие приводит к поражению слизистых оболочек глаз.

Тема 1.2. Виды поражения организма человека электрическим током

Электротравмы — поражение электрическим током, влекущее за собой болезненные расстройства человеческого организма или смерть.

Травмы, полученные от воздействия электрического тока на организм, условно разделяют на *общие (электрический удар), местные и смешанные (электротравмы)*.

Более опасен электрический удар, так как при нем поражается весь организм. *Электрический удар* представляет собой возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся резкими судорожными сокращениями мышц, в том числе мышцы сердца, что может привести к остановке сердца.

По исходу электрические удары условно разделяют на пять групп:

- без потери сознания (слабые, судорожные сокращения мышц);
- с потерей сознания, но без нарушения сердечной деятельности и дыхания;
- с потерей сознания и нарушением сердечной деятельности или дыхания;
- клиническая смерть,
- электрический шок.

Клиническая, или «мнимая», смерть - это переходное состояние от жизни к смерти. В состоянии клинической смерти сердечная деятельность прекращается и дыхание останавливается. Длительность клинической смерти 6...8 мин. По истечении этого времени происходит гибель клеток коры головного мозга, жизнь угасает и наступает необратимая биологическая смерть. Признаки клинической смерти: остановка или фибрилляция сердца (и, как следствие, отсутствие пульса), отсутствие дыхания, кожный покров синеватый, зрачки глаз резко расширены из-за кислородного голодания коры головного мозга и не реагируют на свет.

Электрический шок - это тяжелая нервнорефлекторная реакция организма на раздражение электрическим током. При шоке возникают глубокие расстройства дыхания, кровообращения, нервной системы и других систем организма. Сразу после действия тока наступает фаза возбуждения организма: появляется реакция на боль, повышается артериальное давление и др. Затем наступает фаза торможения: истощается нервная система, снижается артериальное давление, ослабевает дыхание, падает и учащается пульс, возникает состояние депрессии. Шокоевое состояние может длиться от нескольких десятков минут до суток, а затем может наступить выздоровление или биологическая смерть.

Под *местными электротравмами* понимается повреждение кожи и мышечной ткани, а иногда связок и костей. К ним можно отнести электрические ожоги, электрические знаки, металлизацию кожи, механические повреждения.

Электрические ожоги — наиболее распространенная электротравма, возникает в результате локального воздействия тока на ткани (при токе более 1А).

Электрический ожог – это как бы аварийная система, защита организма, так как обуглившиеся ткани в силу большей сопротивляемости, чем обычная кожа, не позволяют электричеству проникнуть вглубь, к жизненно важным системам и органам. Иначе говоря, благодаря ожогу ток заходит в тупик.

Ожоги могут быть поверхностные, когда поражаются кожные покровы, и внутренние - при поражении глуболежащих тканей тела.

Кроме того, ожоги бывают двух видов — контактный и дуговой.

Контактный ожог является следствием преобразования электрической энергии в тепловую и возникает в основном в электроустановках напряжением до 1000 В.

Когда организм и источник напряжения соприкасались неплотно, ожоги образуются на местах входа и выхода тока. Если ток проходит по телу несколько раз разными путями, возникают множественные ожоги.

Множественные ожоги чаще всего случаются при напряжении до 380В из-за того, что такое напряжение “примагничивает” человека и требуется время на отсоединение. Высоковольтный ток такой “липучестью” не обладает. Наоборот, он отбрасывает человека, но и такого короткого контакта достаточно для серьезных глубоких ожогов. При напряжении свыше 1000В случаются электротравмы с обширными глубокими ожогами, поскольку в этом случае температура поднимается по всему пути следования тока.

При напряжении свыше 1000В в результате случайных коротких замыканий может возникнуть и дуговой ожог.

Электрические знаки или электрические метки представляют собой четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергнувшегося действию тока. Обычно электрические знаки имеют круглую или овальную форму с углубленным в центре размером от 1 до 5 мм.

Металлизация кожи — это пропитывание поверхности кожи частицами металла при его разбрызгивании или испарении под действием электрического тока. Пораженный участок кожи имеет шероховатую поверхность, окраска которой определяется цветом соединений металла, попавшего на кожу. Электрометаллизация кожи не представляет собой серьезной опасности (На пораженном участке возникает боль от ожога и наличия инородных тел) и с течением времени исчезает, как и электрические знаки. Большую опасность представляет металлизация глаз.

Механические повреждения — следствие судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через человека, приводящее к разрыву кожи, мышц, сухожилий. Это происходит при напряжении ниже 380В, когда человек не теряет сознания и пытается самостоятельно освободиться от источника тока.

Механические повреждения, явившиеся следствием воздействия опасных факторов, связанных с использованием электрической энергии (падение с высоты, ушибы), также могут быть отнесены к электротравмам.

Отрицательное влияние может оказывать не только ток, протекающий через человека, но и воздействие электрических и магнитных полей, создаваемых действующими электроустановками. У людей, работающих в зоне воздействия электрического и магнитного полей, электростатического поля, электромагнитных полей радиочастот, появляются раздражительность, головная боль, нарушение сна, снижение аппетита, нарушение репродуктивной функции и др. Профессиональные заболевания проявляются, как правило, в нарушениях функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Следствием воздействия вредных факторов могут явиться болезни глаз или лейкемия (белокровие).

Тема 1.3. Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-диспут (1 час).

Согласно ГОСТу 12.1.019 “ССБТ. Электробезопасность. Общие требования” степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока зависит от силы тока, напряжения, рода тока, частоты электрического тока и пути прохождения через тело человека, продолжительности воздействия и условий внешней среды.

Сила тока — главный фактор, от которого зависит исход поражения: чем больше сила тока, тем опаснее последствия. Сила тока (в амперах) зависит от приложенного напряжения (в вольтах) и электрического сопротивления организма (в омах).

По степени воздействия на человека различают три пороговых значения тока: осязаемый, неотпускающий и фибрилляционный.

Осязаемым называют электрический ток, который при прохождении через организм вызывает осязаемое раздражение. Минимальная величина, которую начинает ощущать человек при переменном токе с частотой 50 Гц, составляет 0,6–1,5 мА и 5–7 мА при постоянном токе.

Неотпускающим считают ток, при котором непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, ноги или других частей тела не позволяют пострадавшему самостоятельно оторваться от токоведущих частей (10,0–15,0 мА и 50–80 мА при постоянном токе).

Фибрилляционный — ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца — быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы, приводящие к его остановке (90,0–100,0 мА и 300 мА при постоянном токе). Через несколько секунд происходит остановка дыхания. Чаще всего смертельные исходы наступают от напряжения 220В и ниже. Именно низкое напряжение заставляет беспорядочно сокращаться сердечные волокна и приводит к моментальному сбою в работе желудочков сердца.

Безопасный ток — ток, длительное прохождение которого не причиняет вреда и никаких ощущений менее 50 мкА при переменном токе и менее 100 мкА при постоянном токе.

Допустимым следует считать ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека.

Безопасным напряжением считают 12В. Но при определенных ситуациях и такое напряжение может представлять опасность.

В производственных процессах используются два рода тока — постоянный и переменный. Они оказывают различное воздействие на организм при напряжениях до 500 В. Опасность поражения постоянным током меньше, чем переменным.

Из-за наличия в сопротивлении тела человека емкостной составляющей увеличение частоты приложенного напряжения сопровождается уменьшением полного сопротивления человека и ростом тока. Т.к. ток увеличивается, следовательно, повышается и опасность поражения электрическим

током. Однако следует заметить, что повышение опасности при увеличении частоты наблюдается только в диапазоне 0-50Гц. Дальнейшее повышение частоты, несмотря на рост тока, проходящего через человека, сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450-500кГц. Т.е., ток частотой 450-500кГц не может вызвать смертельного поражения, остановки сердца и дыхания. Однако с увеличением частоты токи начинают распространяться по поверхности кожи, вызывая сильные ожоги, но, не приводя к электрическому удару.

Величина тока, проходящего через тело человека, зависит от сопротивления тела и приложенного напряжения. При сухой неповрежденной коже сопротивление человеческого тела электрическому току равно 40 000 - 100 000 Ом.

При этом сопротивление различных тканей тела человека неодинаково (Ом*м):

Кожа сухая $3 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$

Кости $10^4 - 2 \cdot 10^6$

Жировая ткань30-60

Мышечная ткань1.5-3.0

Кровь..... 1-2

Мозг..... 0.5-0.6

Т.е. наибольшее сопротивление току оказывает верхний роговой слой кожи, лишенный нервов и кровеносных сосудов.

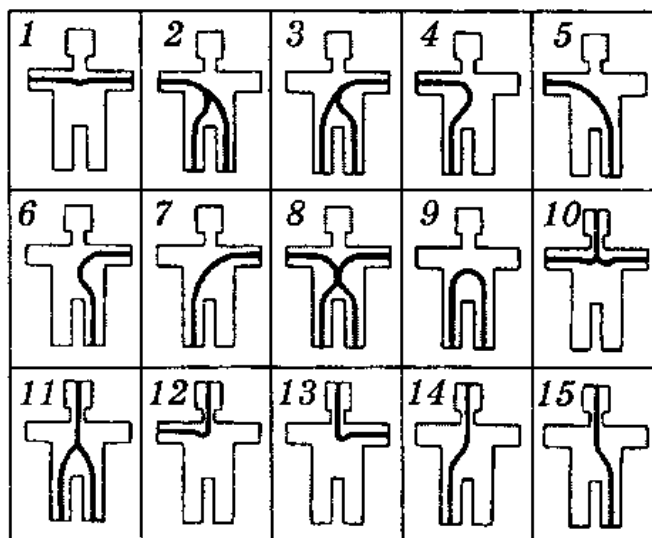


Рис.1.1 Характерные пути тока в теле человека (петли тока)

Роговой слой имеет незначительную толщину (0,05 - 0,2мм) и при напряжении 220В мгновенно пробивается. Повреждение рогового слоя уменьшает сопротивление человеческого тела до 800 - 1000 Ом.

Сопротивление уменьшается также с увеличением времени воздействия тока. Поэтому очень важно быстро устранить соприкосновение пострадавшего с токоведущими частями. Продолжительность воздействия тока влияет на конечный исход поражения. Чем дольше воздействует электрический ток на организм, тем тяжелее последствия.

Путь, по которому электрический ток проходит через тело человека, во многом определяет степень поражения организма. Возможны следующие варианты направлений движения тока по телу человека (рис.1.1):

- человек обеими руками дотрагивается до токоведущих проводов (частей оборудования), в этом случае возникает направление движения тока от одной руки к другой, т. е. “рука-рука”, эта петля встречается чаще всего (1);

- при касании одной рукой к источнику путь тока замыкается через обе ноги на землю “рука-ноги”(2,3);

- при пробое изоляции токоведущих частей оборудования на корпус под напряжением оказываются руки работающего, вместе с тем стекание тока с корпуса оборудования на землю приводит к тому, что и ноги оказываются под напряжением, но с другим потенциалом, так возникает путь тока “руки-ноги” (4-8);

- при стекании тока на землю от неисправного оборудования земля поблизости получает изменяющийся потенциал напряжения, и человек, наступивший обеими ногами на такую землю, оказывается под разностью потенциалов, т. е. каждая из этих ног получает разный потенциал напряжения, в результате возникает шаговое напряжение и электрическая цепь “нога-нога”, которая случается реже всего и считается наименее опасной (9);

- прикосновение головой к токоведущим частям может вызвать в зависимости от характера выполняемой работы путь тока на руки или на ноги — “голова-руки”, “голова-ноги” (10-15).

Все варианты различаются степенью опасности. Наиболее опасными являются варианты “голова-руки”, “голова-ноги”, “руки-ноги” (петля полная). Это объясняется тем, что в зону поражения попадают жизненно важные системы организма — головной мозг, сердце.

Индивидуальные особенности организма человека значительно влияют на исход поражения при электротравмах. Например, неотпускающий ток для одних людей может быть пороговым ощутимым для других. Характер действия тока одной и той же силы зависит от массы человека и его физического развития. Установлено, что для женщин пороговые значения тока примерно в 1,5 раза ниже, чем для мужчин.

Степень действия тока зависит от **состояния нервной системы и всего организма**. Так, в состоянии возбуждения нервной системы, депрессии, болезни (особенно болезней кожи, сердечнососудистой системы, нервной системы и др.) и опьянения люди более чувствительны к протекающему через них току. Повышенная потливость кожного покрова, переутомление, нервное возбуждение приводят к резкому уменьшению сопротивления тела человека

Значительную роль играет и «фактор внимания». Если человек подготовлен к электрическому удару, то степень опасности резко снижается, в то время как неожиданный удар приводит к более тяжелым последствиям.

Условия внешней среды, окружающей человека в ходе производственной деятельности, могут повысить опасность поражения электрическим током. Увеличивают опасность поражения током повышенная температура и влажность, металлический или другой токопроводящий пол. По степени опасности поражения человека током все помещения делятся на три класса: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные.

Нужно обязательно помнить, что человеческий организм поражает не напряжение, а величина тока. При неблагоприятных условиях даже низкие напряжения (30 - 40 В) могут быть опасными для жизни. Если сопротивление тела человека равно 700 Ом, то опасным будет напряжение 35 В.

Тема 1.4. Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть

1.4.1. Режимы работы нейтрали электрической сети

В промышленности и быту в основном применяются трехфазные сети трехпроводные с изолированной нейтралью и четырехпроводные с глухозаземленной нейтралью (рис.1.2).

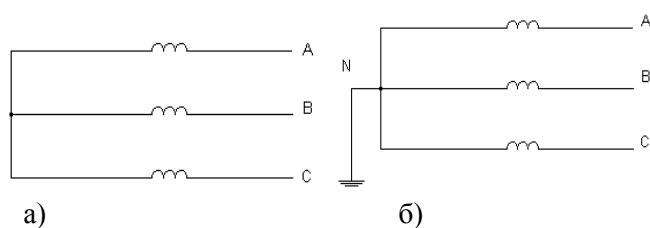


Рис.1.2. Режимы работы нейтрали электрической сети
а – изолированная нейтраль; б – глухозаземленная

Нейтраль (нейтральная точка) обмотки источника или потребителя энергии — это точка, напряжение которой относительно всех внешних выводов обмотки одинаково по абсолютному значению.

Режим работы электрической сети определяется режимом нейтрали трансформаторов и зависит от класса напряжения данной сети (табл.1.1).

Таблица 1.1

220, 380, 660 В	6, 10, 20, 35, 110кВ	110, 220, 500, 750 кВ
Глухозаземленная нейтраль (рис.1.2 б)	Изолированная нейтраль (рис.1.2а)	Глухозаземленная нейтраль (рис. 1.2 б)

Режим работы электрической сети с изолированной от земли нейтралью широко применяется в электроустановках, требующих повышенной надежности электроснабжения, и особо опасных по условиям электропоражения.

К таким электроустановкам относятся системы энергоснабжения:

- медицинских учреждений, больниц, судов;
- железнодорожных предприятий;
- предприятий горной, нефтедобывающей, сталеплавильной, химической промышленности;
- испытательного, лабораторного, взрывоопасного производства и др.

Кроме того, сети с изолированной нейтралью целесообразно применять в тех случаях, когда имеется возможность поддерживать высокий уровень изоляции проводов, а емкость сети относительно земли незначительна. К ним относятся малоразветвленные сети, не подверженные воздействию агрессивной среды и находящиеся под постоянным надзором персонала. В электрических сетях и электроустановках, изолированных от земли, условия электробезопасности и надежности энергоснабжения в значительной мере определяются состоянием изоляции, ее сопротивлением и емкостью относительно земли. Поэтому для обеспечения требуемого уровня сопротивления изоляции в электрической сети или конкретной электроустановке правила предписывают ведение непрерывного автоматического контроля (мониторинга) сопротивления изоляции, осуществляемого устройствами контроля изоляции.

Сеть с глухозаземленной нейтралью следует применять там, где невозможно обеспечить хорошую изоляцию проводов (из-за высокой влажности, агрессивной среды и пр.), когда нельзя быстро найти или устранить повреждение изоляции, либо когда емкостные токи сети из-за значительной ее разветвленности достигают больших значений, опасных для человека.

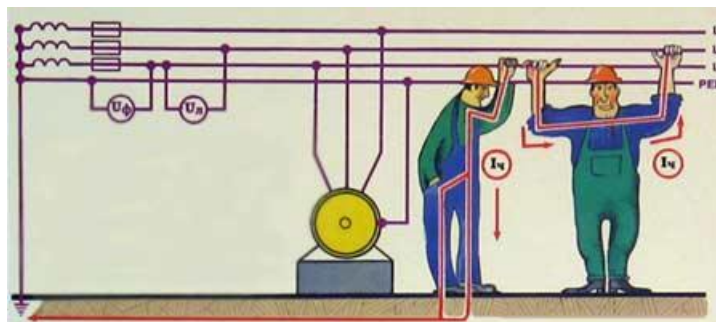
1.4.2. Схемы случайного включения человека в электрическую сеть

Поражение электрическим током возникает при прикосновении человека к двум или более точкам цепи, находящимся под разными потенциалами. Опасность такого прикосновения определяется:

- схемой включения человека в электрическую сеть,
- схемой электрической сети,
- режимом работы электрической сети,
- качеством изоляции токоведущих частей,
- условиями эксплуатации электроустановки.

Основные схемы включения:

- однофазное (однополюсное), когда человек имеет электрическую связь с землей и касается одной фазы электроустановки (рис.1.3);
- двухфазное (двухполюсное), когда человек касается двух неизолированных фаз (полюсов) электроустановки (1.4);
- прикосновение к нетоковедущим частям электроустановки (например, корпусу оборудования), оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции (равноценно однофазному включению);
- включение между двумя точками земли в поле растекания тока, находящимися под разными потенциалами (включение под напряжением шага).



Наибольшее число электротравм связано с однофазным включением, при котором на протекающий через человека ток влияют режим нейтрали сети, качество изоляции проводов сети, ее протяженность и ряд других параметров. Однофазное включение наблюдается весьма часто: работа под напряжением при отсутствии защитных средств, при пользовании приборами с плохой изоляцией токоведущих частей, при переходе напряжения на металлические части оборудования, лишенного надлежащей защиты.

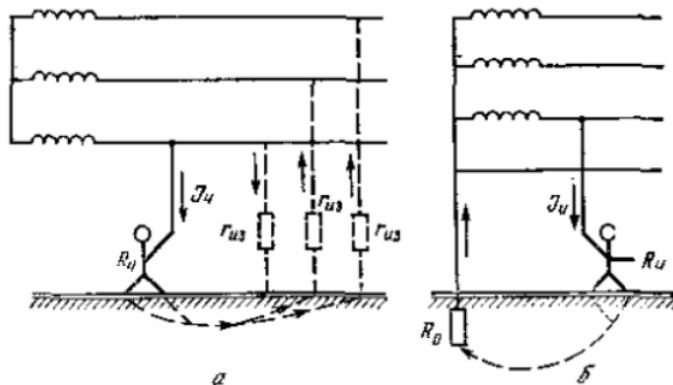


Рис. 1.3. Однофазное включение человека в сеть трехфазного тока:
 а — с изолированной нейтралью; б — с глухозаземленной нейтралью

При прикосновении к одной фазе в трехпроводной сети с изолированной нейтралью (рис. 1.3, а) сила тока, протекающего через человека, будет определяться величинами действующего на него напряжения, сопротивления изоляции проводов ($r_{из}$), которая в соответствии с ПУЭ [] не должна быть менее 0,5МОм, а также электрическим сопротивлением цепи человека ($R_ч$), состоящих из последовательно соединенных сопротивлений тела человека ($r_{тч}$), обуви ($r_{об}$) и опорной поверхности ног ($r_{он}$):

$$I_ч = \frac{U_φ}{R_ч + r_{из}/3} = \frac{U_φ}{R_ч + r_{тч} + r_{об} + r_{он} + r_{из}/3} \quad (1.1)$$

Из формулы (1.1) следует, что чем больше сопротивление изоляции $r_{из}$, тем меньшей величины ток будет проходить через человека.

При однофазном включении человека в четырехпроводную сеть с глухозаземленной нейтралью (рис. 1.3, б) проходящий через него ток определяется величиной фазного напряжения установки ($U_φ$), электрическим сопротивлением цепи человека ($R_ч$) и сопротивлением заземления нейтрали источника тока (R_0):

$$I_ч = \frac{U_φ}{R_ч + R_0} \quad (1.2)$$

Так как $R_ч \gg R_0$, то

$$I_ч = \frac{U_φ}{R_ч} = \frac{U_φ}{r_{тч} + r_{об} + r_{он}}$$

Напряжение **прикосновения** — это напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного. Другими словами *напряжением прикосновения (для человека) $U_{пр}$ называется напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек*, или падение напряжения в сопротивлении тела человека, В:

$$U_{пр} = I_h R_h,$$

где I_h — ток, проходящий через человека по пути "рука - ноги", А; R_h — сопротивление тела человека, Ом.

Наибольшую опасность представляет двухфазное включение (рис. 1.4), так как в этом случае человек оказывается под линейным напряжением сети, и проходящий через него ток будет равен:

$$I_ч = \frac{U_л}{r_{тч}} = \frac{\sqrt{3}U_φ}{r_{тч}}, \quad (1.3)$$

где $U_л$ — линейное напряжение сети, В, $U_φ$ — фазное напряжение сети, В, $r_{тч}$ — сопротивление тела человека.

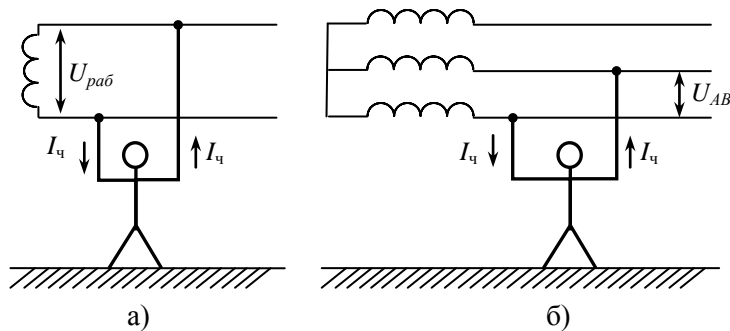


Рис. 1.4. Двухфазное включение человека в сеть:

а — однофазную; б — трехфазную

Из сопоставления формул (1.1), (1.2) и (1.3) для расчета силы тока при одно- и двухфазном включении видно, что в последнем случае величина тока, действующего на человека, значительно выше, чем в первом, так как числитель в формулах для двухфазного включения возрастает, а знаменатель резко уменьшается, потому что сопротивления изоляции обуви и пола не оказывают защитного действия.

Величина такого тока является смертельно опасной для человека.

Случаи двухфазного включения сравнительно редки. Они наиболее вероятны при работах под напряжением, когда токоведущие части различных фаз расположены на незначительном расстоянии друг от друга.

При аварийных режимах сети, например, когда одна из фаз замкнута на землю через относительно малое активное сопротивление $r_{3М}$, величина тока, проходящего через человека при однофазном включении в сеть с изолированной нейтралью (рис. 1.5, а), будет

$$I_{ч} = \frac{U_{Л}}{R_{ч} + r_{3М}}, \quad (1.4)$$

$r_{3М}$ — сопротивление замыкания фазы на землю ($r_{3М} \approx 50, 100$ Ом).

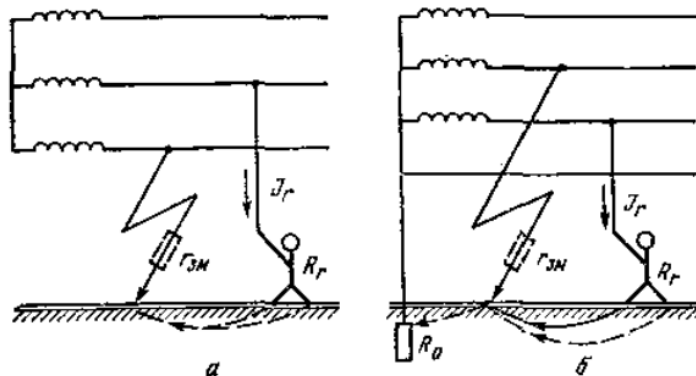


Рис. 1.5. Однофазное включение человека в сеть при аварийном режиме (одна из фаз замкнута на землю): *а — сеть с изолированной нейтралью; б — сеть с глухозаземленной нейтралью*

В соответствии с формулой (1.4), при попадании под напряжение 380В, человек, имеющий сопротивление 1000 Ом, подвергается воздействию тока:

$$I_{ч} = \frac{380}{1000 + 100} \approx 340 \text{ мА}, \text{ величина которого превышает смертельную.}$$

Напряжение прикосновения в этом случае определяется по формуле:

$$U_{ПП} = I_{ч} R_{ч} = \sqrt{3} U_{\phi} \frac{R_{ч}}{R_{ч} + r_{3М}}. \quad (1.5)$$

Если принять, что $r_{3М} = 0$ или по крайней мере считать, что $r_{3М} \ll R_{ч}$ (так обычно бывает на практике), то согласно выражению (1.5) напряжение прикосновения будет равным

$$U_{ПП} = \sqrt{3} U_{\phi},$$

иными словами человек окажется под линейным напряжением.

Обычно реальные сопротивления $r_{зм}$ и R_0 всегда больше нуля, поэтому напряжение, под которым окажется человек, прикоснувшийся в аварийный период к исправной фазе трехфазной сети с изолированной нейтралью, будет значительно больше фазного и несколько меньше линейного напряжения сети. Таким образом, этот случай прикосновения во много раз опаснее прикосновения к той же фазе сети при нормальном режиме работы.

Если человек включается в аварийную сеть с глухозаземленной нейтралью (рис. 1.5, б), то ток через него будет определяться по формуле:

$$I_{ч} = \frac{U_{ф}}{R_{ч}} \quad (1.6)$$

где $U_{ф}$ — напряжение, под которым оказывается человек, подключившийся к исправному фазному проводу аварийной трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью ($U_{ф} < U_{ч} < U_{л}$).

Из вышеизложенного следует, что включение человека в аварийную сеть более опасно, чем в работающую на нормальном режиме.

1.4.3. Шаговое напряжение

При эксплуатации электрических сетей и электроустановок возможно случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или с проводящими конструкциями, не изолированными от земли, называемое электрическим замыканием на землю (например, обрыв и падение провода на землю (рис.1.6)). Замыкание сопровождается растеканием тока с проводника на землю. Земля становится участком электрической цепи. В зоне растекания тока из-за сопротивления земли падает напряжение и появляется разность потенциалов между отдельными точками ее поверхности.

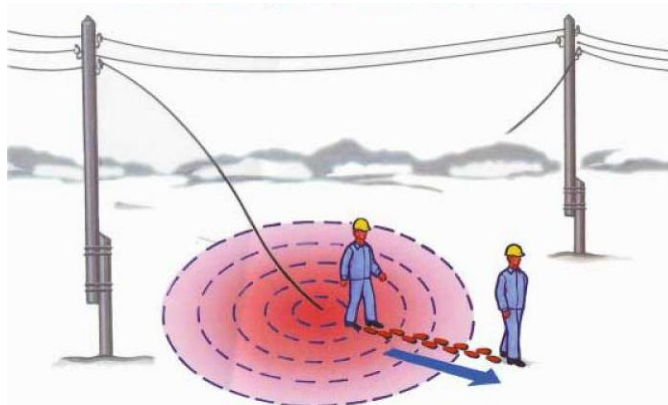


Рис.1.6. Обрыв и падение на землю провода воздушной линии

Шаговое напряжение представляет собой разность потенциалов между двумя точками на поверхности земли в зоне растекания тока, находящимися на расстоянии шага (1м) [1].

Характер растекания тока в зоне замыкания на землю из-за разных электрических свойств грунта описывается сложной зависимостью (рис.1.7).

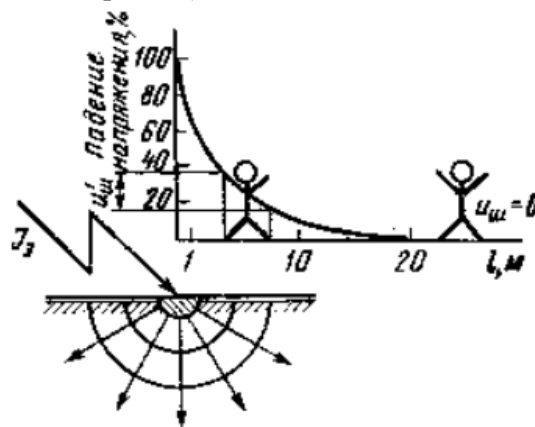


Рис. 1.7. Распределение потенциала на поверхности земли в зоне растекания тока полусферического заземлителя

В однородном грунте от одиночного полусферического заземлителя (рис.1.7) падение напряжения на поверхности земли в зоне растекания тока подчиняется гиперболическому закону. При этом падение напряжения на расстоянии 1 м от заземлителя составляет 68 %, 10 м — 92 %, а на расстоянии 20 м потенциалы точек практически могут быть приняты равными нулю.

Таким образом, попав в зону растекания тока, человек может оказаться под разностью потенциалов с напряжением шага (В):

$$U_{\text{ш}} = U_{\phi} \beta_1 \beta_2,$$

где U_{ϕ} — напряжение фазы в точке растекания тока; β_1 — коэффициент шага, учитывающий закон изменения напряжения в зоне растекания тока; β_2 — коэффициент, учитывающий падение напряжения в дополнительных сопротивлениях обуви и ног человека.

Значения коэффициентов β_1 и β_2 берутся из справочников для различных типов заземляющих устройств.

Величина шагового напряжения зависит от ширины шага и расстояния до места замыкания на землю. По мере удаления от места замыкания опасность шаговых напряжений уменьшается. Для обеспечения безопасности при случайном попадании в зону растекания тока необходимо соединить ноги и, не спеша, выходить из нее так, чтобы при передвижении ступня одной ноги не выходила за ступню другой - "гусиным шагом" (рис.1.8).

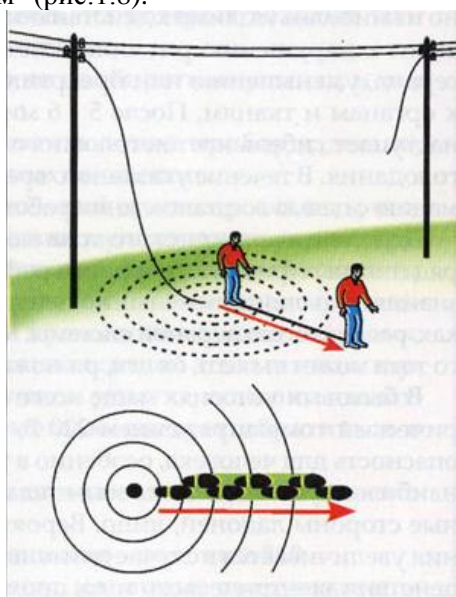


Рис.1.8. Безопасный выход из зоны шагового напряжения

Тема 1.5. Оказание первой помощи при поражении электрическим током

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-диспут (1 час).

Первая помощь при поражении электрическим током состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему доврачебной медицинской помощи.

1.5.1. Освобождение пострадавшего от действия тока

Поскольку исход поражения током зависит от длительности прохождения его через тело человека, очень важно быстро освободить пострадавшего от воздействия электрического тока путем быстрого отключения электроустановки.

Отключение производится с помощью ближайшего рубильника, выключателя или иного отключающего аппарата, а также путем снятия или вывертывания предохранителей, разъема штепсельного соединения и т.п.

При этом надо иметь в виду, что если пострадавший находится на высоте, то отключение напряжения может вызвать его падение. В таком случае должны быть приняты меры, исключающие опасность падения пострадавшего.

Кроме того, при отключении электроустановки может одновременно погаснуть электрический свет, поэтому при отсутствии дневного освещения необходимо обеспечить освещение от другого

источника (фонарь, аварийное освещение) не задерживая, однако, отключение установки и оказания помощи пострадавшему.

При невозможности быстрого отключения электроэнергии (например, из-за удаленности или недоступности выключателя) необходимо принять иные меры освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока. Так в некоторых случаях можно перерубить питающую линию топором, либо другим инструментом с изолированными ручками, вызвав тем самым автоматическое отключение электроустановки, либо отделить пострадавшего от токоведущих частей, которых он касается. При этом следует иметь в виду, что прикасаться к человеку, находящемуся под напряжением, без применения мер предосторожности, опасно для жизни оказывающего помощь. Кроме того, после отключения линии, в ней может сохраняться электрический заряд, поэтому для откидывания провода следует воспользоваться специальным приспособлением или другими подручными средствами. Для удаления пострадавшего от токоведущих частей можно также взяться за его одежду, если она сухая и отстает от тела. При этом нельзя касаться тела пострадавшего, его обуви и сырой одежды.

Для изоляции рук оказывающий помощь должен надеть диэлектрические перчатки или обмотать себе руки сухой материей. Можно также изолировать себя, став на сухую доску или какую-нибудь другую, не проводящую электрический ток подстилку, сверток одежды и т. д.

При отделении пострадавшего от токоведущих частей рекомендуется действовать по возможности одной рукой, держа другую в кармане или за спиной.

Если пострадавший судорожно сжимает рукой провод, находящийся под напряжением, то, для освобождения его от действия тока надо разжать руку, отгибая каждый палец в отдельности. Для этого оказывающий помощь должен быть в диэлектрических перчатках и стоять на изолирующем основании.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей, находящихся под высоким напряжением (выше 1 кВ) следует надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или клещами, рассчитанными на напряжение данной установки.

Когда человек освобожден от действия электротока, нужно немедленно приступить к оказанию первой доврачебной помощи.

1.5.2. Меры первой доврачебной медицинской помощи

Первая медицинская помощь пострадавшему от электрического тока оказывается немедленно после освобождения его от действия тока здесь же, на месте. Переносить пострадавшего в другое место можно в тех случаях, когда опасность продолжает угрожать пострадавшему или оказывающему помощь, или при крайне неблагоприятных условиях – темнота, дождь, теснота и т.п.

Меры первой доврачебной медицинской помощи пострадавшему от электрического тока зависят от его состояния.

Если пострадавший находится в сознании, следует уложить его в удобное положение и накрыть одеждой до прибытия врачей, обеспечить покой, наблюдать за дыханием и пульсом.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, то для определения состояния необходимо уложить его на спину и проверить наличие дыхания и сердечных сокращений.

Наличие дыхания у пострадавшего определяется по подъему и опусканию грудной клетки во время самостоятельного вдоха и выдоха.

Наличие пульса проверяют, как правило, на крупных артериях, где он более выражен, - на лучевой, бедренной или сонной (рис.1.9). Сонная артерия находится в непосредственной близости от сердца и обычно пульсирует даже при весьма слабых его сокращениях. Отсутствие пульса на сонной артерии свидетельствует о прекращении движения крови в организме, т.е. о прекращении работы сердца. Об отсутствии кровообращения в организме можно судить также по состоянию глазного зрачка, который в этом случае расширен.

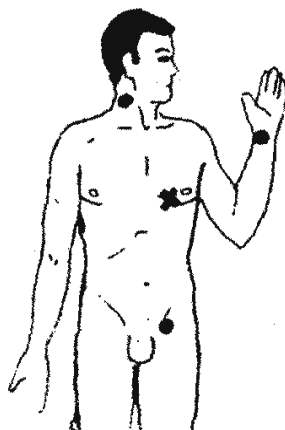


Рис. 1.9. Места определения пульса на артериях шеи, руки и ноги

При наличии у пострадавшего устойчивого дыхания и пульса, его следует ровно и удобно положить, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт, обеспечить полный покой.

Если у пострадавшего отсутствует дыхание и пульс, или он дышит очень редко и судорожно, то ему следует делать искусственное дыхание и массаж сердца. Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, пульса и других признаков жизни. Констатировать смерть имеет право только врач.

Самым эффективным способом искусственного дыхания является способ «рот в рот», проводимый одновременно с непрямой массажем сердца. Начинать искусственное дыхание следует немедленно после освобождения пострадавшего от электрического тока, и производить непрерывно до прибытия врача.

Местные повреждения нужно обработать спиртом, раствором марганцовки, наложить стерильную повязку. Кроме того, можно дать пострадавшему таблетку анальгина или амидопирин, настой валерианы, капли Зеленина. В тяжелых случаях необходимо провести искусственное дыхание методом «рот в рот», непрямой массаж сердца. Следует помнить, что первая помощь при остановке сердца должна быть начата в течение 3-5 минут после несчастного случая и может продолжаться в течение 2 ч и более, до появления явных признаков смерти:

- высыхание и помутнение роговицы глаз;
- возникновение деформации зрачка при сдавливании глазного яблока между пальцами;
- осязаемое снижение температуры (холодное) тела, легко осязаемое ладонями, и появление сине-фиолетовых (трупных) пятен на коже.

При положении на спине трупные пятна возникают в области ягодиц, лопаток, поясницы; на животе – в области лица, шеи, груди, передней брюшной стенки; на боку – в области крыльев таза, т. е. в местах соприкосновения с полом, землей и т. д.

Самым достоверным признаком смерти, когда нет сомнения в бессмысленности дальнейшего оказания помощи, является развитие трупного окоченения, которое чаще всего возникает через 2-4 ч после смерти.

Независимо от состояния пострадавшего необходимо вызвать «скорую помощь», так как его самочувствие может резко ухудшиться в ближайшие часы после травмы.

1.5.3. Искусственное дыхание

Искусственное дыхание имеет большое значение для пострадавшего, так как способствует насыщению крови кислородом (из-за отсутствия самостоятельного дыхания). Прежде всего, следует убедиться в проходимости воздухопроводящих путей больного и устранить механические причины, препятствующие дыханию. С этой целью осматривают полость рта и носа и при помощи пальца, носового платка или марлевого тампона быстро очищают от слюны, слизи, рвотных масс, земли, песка и других инородных тел. Необходимо устранить часто наблюдающееся западание языка, если искусственное дыхание будет производиться при положении больного на спине. Если же при этом больной лежит ничком, т. е. на животе, то нужно следить, чтобы его рот и нос не упирались в землю или подложенный под голову предмет. Кроме того, надо расстегнуть одежду и ремень на брюках больного, затрудняющие дыхание и кровообращение. Все эти подготовительные меры к искусственному дыханию должны проводиться с максимальной быстротой, и занимать не более одной минуты.

Частота искусственного дыхания должна приближаться к физиологической, т. е. составлять 16–20 полных дыхательных циклов в минуту. Однако она должна меняться в зависимости от степени дыхательной недостаточности; стадии терминального состояния и способа искусственного дыхания. Длительность искусственного дыхания различна и зависит от причины, вызвавшей нарушение нормальной дыхательной деятельности, и ее тяжести. Однако во всех случаях следует руководствоваться общими правилами: искусственное дыхание необходимо продолжать до тех пор, пока не восстановится самостоятельное и нормальное по глубине, частоте и ритму дыхание или же не появятся явные признаки окончательной остановки сердечной деятельности, несмотря на применение мер для ее восстановления (массаж сердца и др.). Наиболее простым и эффективным способом искусственного дыхания является способ «рот в рот» и «рот в нос», который заключается в следующем. Больного кладут на спину с резко запрокинутой назад головой, для чего подкладывают под плечи валик или удерживают голову руками оказывающего помощь, который стоит на коленях сбоку от больного (рис.1.10).



Рис.1.10. Искусственное дыхание «рот в рот»

При этом положении просвет глотки и воздухоносных путей значительно расширяются, и обеспечивается их полная проходимость, что является основным условием успешного проведения такого способа. Всякое смещение головы способно нарушить проходимость дыхательных путей, и часть воздуха может попасть в желудок. Поэтому необходимо тщательно удерживать голову больного в запрокинутом к спине положении.

Оказывающий помощь делает глубокий вдох, широко раскрывает рот, быстро приближает его ко рту больного и, плотно прижав свои губы вокруг рта больного, делает глубокий выдох в рот последнего, т. е. как бы вдвывает воздух в его легкие и раздувает их. При этом становится заметным расширение грудной клетки больного (вдох). После этого оказывающий помощь откидывается назад и вновь делает глубокий вдох. В это время грудная клетка больного спадается – происходит пассивный выдох. Затем оказывающий помощь вновь выдыхает воздух в рот больного и т. д. При попадании воздуха в желудок (что легко заметить по раздуванию надчревной области) одной ладонью, положенной на темя, удерживают голову больного в запрокинутом положении, а другой – осторожно, но непрерывно надавливают на область расположения желудка.

При вдвании воздуха его выход через нос не происходит, так как мягкое небо прижимается к задней стенке глотки. Если же выход воздуха через нос наблюдается, то при каждом вдвании воздуха в рот больного оказывающий помощь своей щекой должен закрывать или прижимать носовые отверстия больного. Аналогичными приемами можно выдыхать или вдвывать воздух в нос (рис.1.11). Для этого нос больного плотно охватывается губами оказывающего помощь. Во избежание выхода воздуха через рот следует приподнять подбородок больного и тем самым закрыть ему рот.



Рис.1.11. Искусственное дыхание «рот в нос»

По гигиеническим соображениям лицо больного перед вдванием воздуха через рот или нос можно покрыть чистым платком, куском марли или другой легкой материи. Можно производить вдвание воздуха в легкие больного, используя обычную резиновую трубку.

1.5.4. Наружный (непрямой) массаж сердца

Наружный (непрямой) массаж сердца вместе с искусственным дыханием относятся к числу важнейших мероприятий, направленных на спасение жизни пострадавшего (рис.1.12).

Наружный массаж сердца заключается в сильном и ритмичном сдавливании грудной клетки в направлении от грудины к позвоночнику, что вызывает сжатие и расправление сердца. В результате многократного сдавливания искусственно поддерживается кровообращение в организме.



Рис. 1.12. Непрямой массаж сердца:

а – положение сердца при поднятии рук; б – положение сердца при нажатии руками на область грудной клетки

Массаж сердца следует выполнять до восстановления самостоятельной сердечной деятельности, признаками которой являются появление пульсации на сонных или лучевых артериях, уменьшение синюшной или бледной окраски кожи, сужение зрачков и повышение артериального давления.

Наружный массаж сердца надо выполнять следующим образом: больного (или пострадавшего) укладывают на спину на плотное основание (пол, земля и др.); оказывающий помощь становится сбоку от него и ладонными поверхностями рук, наложенными одна на другую, ритмично и сильно надавливает (50–60 раз в 1 мин) на область нижней поверхности груди, сдавливая грудную клетку по направлению к позвоночнику, используя собственную массу тела. Эту манипуляцию нужно выполнять прямыми руками (рис.1.12).

Наружный массаж сердца у грудных детей надо проводить кончиками пальцев с частотой 100–120 раз в 1 мин в области нижнего края грудины, а у детей от 1 года до 12 лет так же, как у взрослых, но только одной рукой (рис.1.13). Если реанимацию выполняет 1 человек, то рекомендуется после каждых 10–12 сдавливания груди делать 2 вдувания в легкие пострадавшего; если реанимацию выполняют 2 человека, то одно вдувание следует чередовать с 5–6 сдавливаниями грудной клетки. Искусственный массаж сердца требует большой выносливости и физического напряжения, так как иногда эту процедуру приходится выполнять больше 1,5–2ч. Необходимо знать, что грубое выполнение может привести к перелому ребер с повреждением легких, сердца и др.

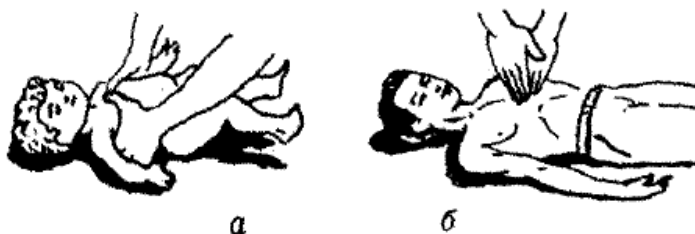


Рис. 1.13. Непрямой массаж сердца:

а – у ребенка; б – у подростка

Особую осторожность надо проявлять при оказании этого вида помощи детям и пожилым.

Эффективность проводимого непрямого массажа подтверждается появлением пульса на сонной или бедренной артерии. Через 1–2 мин кожа и слизистые оболочки губ пострадавшего принимают розовый оттенок, зрачки сужаются.

Непрямой массаж сердца проводят одновременно с искусственным дыханием, так как непрямой массаж сердца сам по себе не вентилирует легкие. Если реанимацию проводят два человека, легкие раздувают в соотношении 1:5, т. е. на каждое раздувание легких производят 5 компрессий (сжатий) грудины (рис. 6)

Если помощь оказывает один человек, то легкие раздувают в соотношении 2:10, т. е. через каждые 2 быстрых вдувания воздуха в легкие пострадавшего выполняют 10 компрессий грудины с интервалом в 1 с.



Рис. 6. Одновременное проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца

Внимание! Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца являются реанимационными мероприятиями. Их следует начинать немедленно и проводить до восстановления самостоятельного устойчивого пульса и дыхания, до прибытия врача или доставки пострадавшего в лечебное учреждение. При появлении явных признаков биологической смерти оказание помощи прекращают. Помните, что от быстроты и правильности ваших действий зависит жизнь человека!

Следует подчеркнуть, что при внезапных заболеваниях и повреждениях особое значение приобретает общий и местный покой. Поэтому при оказании первой помощи необходимо больного (если это вызвано его общим состоянием) уложить в постель или на носилки. При наличии острых болей в животе запрещается прием пищи и питья, применение слабительных и клизм. Чтобы уменьшить боли, можно положить на живот больного пузырь со льдом, снегом или холодной водой, но не грелку. Для создания местного покоя (например, при повреждениях конечностей) прибегают к их иммобилизации (придание неподвижности, покоя) при помощи соответствующих шин и т.п. Иммобилизация конечностей при переломах имеет особое значение, если требуется транспор-тировка пострадавшего в лечебное заведение.

Также следует помнить, что эффективное оказание первой до врачебной помощи возможно лишь при наличии определенных знаний и навыков. Причем важно знать не только то, что нужно делать при данном внезапном заболевании или повреждении, но и то, чего нельзя делать в этих случаях. Например, до прихода врача не следует применять какие-либо наркотические, болеутоляющие средства или антибиотики, которые меняют картину заболевания и тем самым затрудняют его своевременное распознавание и лечение. Перевозка (транспортировка) больных и пострадавших в ближайшее лечебное заведение, где им будет оказана квалифицированная врачебная помощь, производится либо специализированным транспортом (санитарные автомашины «скорой помощи», санитарные самолеты и др.), либо на любом случайном транспорте, в зависимости от местных условий. Однако всегда переноска и транспортировка больных должны производиться с соблюдением специальных правил.

Приступая к оказанию первой помощи, нередко приходится снимать с пострадавшего одежду. Поэтому для того чтобы не причинить дополнительной боли, оказывающий помощь должен знать основные принципы и порядок снятия одежды и обуви. Прежде всего снимать их надо с неповрежденной части тела – это общее положение. Так, например, при повреждении руки или ноги начинать следует со здоровой конечности. Только после этого, осторожно потягивая за рукав или брючину и придерживая поврежденную конечность, освобождают ее от одежды. В том случае, если тяжело больной или пострадавший лежит на спине и посадить его невозможно, одежду начинают снимать с верхней половины туловища. При сильном кровотечении, ожогах, а также загорании одежды ее лучше разрезать. Обгоревшую и прилипшую к коже ткань не надо «отдирать» от кожи – ее либо оставляют на месте, либо обстригают ножницами вокруг обожженной кожи. В холодное время года одежду и обувь также следует разрезать или разорвать по швам.

Внезапная остановка сердца может произойти на улице дома, на производстве и т. д. В любом случае человек, оказывающий помощь до прихода врача, имеет в своем распоряжении для оценки состояния и восстановления кровообращения мозга не более 5 мин, поэтому нельзя терять время на поиск медицинского работника – необходимо немедленно приступите к проведению искусственного дыхания и наружному (непрямому) массажу сердца.

Тема 1.6. Порядок расследования несчастных случаев на производстве

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-дискуссия (1 час).

Если произошел несчастный случай, то нужно сообщить в вышестоящую инстанцию. Не трогать место несчастного случая до приезда специальной комиссии.

Порядок расследования несчастных случаев на производстве установлен статьей 229 Трудового кодекса Российской Федерации [].

Для расследования несчастного случая работодатель немедленно создает комиссию в составе не менее трех человек, которая возглавляется работодателем или уполномоченным им представителем.

Состав комиссии утверждается приказом (распоряжением) работодателя, в комиссию включаются:

1. общественный инспектор по охране труда;
2. ведущий инженер по ТБ;
3. ведущий работник, на участке которого произошел несчастный случай.

Следует учитывать, что руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке (объекте), где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В состав комиссии по расследованию группового или тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом также включаются следующие лица:

- государственный инспектор по охране труда, возглавляющий комиссию;
- представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию);
- представитель территориального объединения организаций профессиональных союзов.

По требованию пострадавшего, а в случае смерти пострадавшего по требованию его родственников, в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо. Если доверенное лицо не участвует в расследовании, работодатель или уполномоченный им его представитель либо председатель комиссии обязан по требованию доверенного лица ознакомить его с материалами расследования.

Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили легкие повреждения здоровья, проводится комиссией в течение трех дней [].

Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения здоровья, либо несчастного случая (в том числе группового) со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней [].

Несчастный случай, о котором не было своевременно сообщено работодателю или в результате которого нетрудоспособность у пострадавшего наступила не сразу, расследуется в порядке, установленном Трудовым Кодексом [], другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, по заявлению пострадавшего или его доверенного лица в течение одного месяца со дня поступления указанного заявления.

При необходимости проведения дополнительной проверки обстоятельств несчастного случая, получения соответствующих медицинских и иных заключений указанные в настоящей статье сроки могут быть продлены председателем комиссии, но не более чем на 15 дней. Если завершить расследование несчастного случая в установленные сроки не представляется возможным в связи с необходимостью рассмотрения его обстоятельств в организациях, осуществляющих экспертизу, органах дознания, органах следствия или в суде, то решение о продлении срока расследования несчастного случая принимается по согласованию с этими организациями, органами либо с учетом принятых ими решений.

При расследовании несчастного случая в организации по требованию комиссии работодатель за счет собственных средств обеспечивает:

- выполнение технических расчетов, проведение лабораторных исследований, испытаний, других экспертных работ и привлечение в этих целях специалистов-экспертов;
- фотографирование места происшествия и поврежденных объектов, составление планов, эскизов, схем;
- предоставление транспорта, служебного помещения, средств связи, специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, необходимых для проведения расследования.

Для расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом подготавливаются следующие документы:

- приказ (распоряжение) работодателя о создании комиссии по расследованию несчастного случая;
- планы, эскизы, схемы, а при необходимости - фото- и видеоматериалы места происшествия;
- документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов;

- выписки из журналов регистрации инструктажей по охране труда и протоколов проверки знаний по охране труда, имеющихся у пострадавших;
- протоколы опросов очевидцев несчастного случая и должностных лиц, объяснения пострадавших;
- экспертные заключения специалистов, результаты лабораторных исследований и экспериментов;
- медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего, или причине его смерти, о нахождении пострадавшего в момент несчастного случая в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения;
- копии документов, подтверждающих выдачу пострадавшему специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами;
- выписки из ранее выданных на данном производстве (объекте) предписаний государственных инспекторов по охране труда и должностных лиц территориального органа государственного надзора (если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу), а также выписки из представлений профсоюзных инспекторов труда об устранении выявленных нарушений нормативных требований по охране труда;
- другие документы по усмотрению комиссии.

В результате работы комиссии по несчастному случаю, в соответствии со статьей 231 Трудового Кодекса, оформляется акт о несчастном случае на производстве по установленной форме Н-1 в двух экземплярах (Приложение А), обладающих равной юридической силой, на русском языке либо на русском языке и государственном языке республики, входящей в состав Российской Федерации.

При групповом несчастном случае на производстве акт о несчастном случае на производстве составляется на каждого пострадавшего отдельно.

В акте о несчастном случае на производстве должны быть подробно изложены обстоятельства и причины несчастного случая, а также указаны лица, допустившие нарушения требований охраны труда. В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного, содействовавшей возникновению вреда или увеличению вреда, причиненного его здоровью, в акте указывается степень вины застрахованного в процентах, установленная по результатам расследования несчастного случая на производстве.

После завершения расследования акт о несчастном случае на производстве подписывается всеми лицами, проводившими расследование, утверждается работодателем (его представителем) и заверяется печатью (при наличии печати).

Работодатель (его представитель) в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве обязан выдать один экземпляр утвержденного им акта о несчастном случае на производстве пострадавшему (его законному представителю или иному доверенному лицу), а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом - лицам, состоявшим на иждивении погибшего, либо лицам, состоявшим с ним в близком родстве или свойстве (их законному представителю или иному доверенному лицу), по их требованию. Второй экземпляр указанного акта вместе с материалами расследования хранится в течение 45 лет работодателем (его представителем), осуществляющим по решению комиссии учет данного несчастного случая на производстве. При страховых случаях третий экземпляр акта о несчастном случае на производстве и копии материалов расследования работодатель (его представитель) в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве направляет в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации работодателя в качестве страхователя).

Результаты расследования несчастного случая на производстве рассматриваются работодателем с участием выборного органа первичной профсоюзной организации с целью выявления факторов, повлекших за собой несчастный случай; а также для разработки мероприятий, направленных на предотвращение в будущем повторения несчастного случая.

Раздел 2. Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока

Для обеспечения электробезопасности необходимо точное соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок **П**, правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок **П**, а также проведение мероприятий по защите от электротравматизма.

Мерами и способами обеспечения электробезопасности служат:

- применение безопасного напряжения;
- контроль изоляции электрических проводов;

- исключение случайного прикосновения к токоведущим частям;
- устройство защитного заземления, зануления и отключения;
- использование средств индивидуальной защиты;
- соблюдение организационных мер обеспечения электробезопасности.

Применение безопасного напряжения. В соответствии с требованиями ПУЭ седьмого издания электроустановки классифицируются по уровню безопасного напряжения прикосновения. Для всех электроустановок это напряжение должно быть не более 50В переменного тока и 120В постоянного тока. Для помещений с повышенной опасностью и особо опасных (см. п. 1.1.13 ПУЭ) и для наружных установок в соответствии с п. 1.7.53 ПУЭ принимаются более низкие уровни напряжений, например 25В переменного тока и 60В постоянного тока или 12В переменного тока и 30В постоянного тока.

На стройплощадках уровень безопасного напряжения принят 25В переменного и 60В постоянного тока.

Для временных сооружений наружной установки, отнесенных к особо опасным, например, установки со стесненными условиями, токопроводящими окружающими конструкциями, особо сырые, установки с открытым токосъемом и т. п., уровень безопасного напряжения в установке (или ее части) принят 12В переменного тока и 30В постоянного тока.

Для получения безопасного напряжения используют понижающие трансформаторы, которые включают в стандартную сеть с напряжением 220 или 380В.

Контроль изоляции. Изоляция проводов со временем теряет свои диэлектрические свойства. Поэтому необходимо проводить контроль сопротивления изоляции проводов с целью обеспечения их электробезопасности.

Контроль изоляции бывает:

- непрерывный (приборами СКИФ, АСТРО-ИЗО и т.д.),
- периодический (мегаомметром 100, 250, 500, 1000, 2500В).

Для **защиты от случайного прикосновения** человека к токоведущим частям электроустановок используют ограждения в виде переносных щитов, стенок, экранов.

Устройство защитного заземления и зануления. **Защитное заземление** — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом (металлоконструкция зданий и др.) металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Цель защитного заземления — устранение опасности поражения человека электрическим током в случае прикосновения его к металлическому корпусу электрооборудования, который в результате нарушения изоляции оказался под напряжением.

Зануление — преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевой защитный проводник — это проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или его эквивалентом.

К частям, подлежащим занулению или заземлению согласно ПУЭ относятся:

- корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.п.;
- приводы электрических аппаратов;
- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемные или открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование напряжением выше 25 В переменного тока или более 60 В постоянного тока;
- металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические кабельные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, металлические рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов; лотки, короба, струны, тросы и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с заземленной или зануленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;
- металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 25 В переменного тока и до 60 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т. п. вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению и занулению;
- металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;
- электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Защитное отключение — это система защиты, обеспечивающая безопасность путем быстрого автоматического отключения электроустановки при возникновении в ней опасности поражения

током. Продолжительность срабатывания защитного отключения составляет 0,1– 0,2 с. Данный способ защиты используют как единственную защиту или в сочетании с защитным заземлением и занулением.

Средства индивидуальной защиты — подразделяются на:

- изолирующие,
- вспомогательные,
- ограждающие.

Изолирующие защитные средства обеспечивают электрическую изоляцию от токоведущих частей и земли. Они подразделяются на основные и дополнительные. К основным изолирующим средствам в электроустановках до 1000 В относят диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками. К дополнительным средствам — диэлектрические галоши, коврики, диэлектрические подставки.

Тема 2.1. Защитное заземление

Лекция проводится в интерактивной форме: с разбором конкретных ситуаций (1 час).

Защитным заземлением называется преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических частей оборудования, в обычных условиях находящихся не под напряжением, но могущих оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции электроустановок (например, корпусов электрооборудования).

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Защитное заземление следует отличать от других видов заземления, например, рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Рабочее заземление – преднамеренное соединение с землей отдельных точек электрической цепи, например нейтральных точек обмоток генераторов, силовых и измерительных трансформаторов, дугогасящих аппаратов, реакторов поперечной компенсации в дальних линиях электропередачи, а также фазы при использовании земли в качестве фазного или обратного провода. Рабочее заземление предназначено для обеспечения надлежащей работы электроустановки в нормальных или аварийных условиях и осуществляется непосредственно (т. е. путем соединения проводником заземляемых частей с заземлителем) или через специальные аппараты – пробивные предохранители, разрядники, резисторы и т. п.

Заземление молниезащиты – преднамеренное соединение с землей молниеприемников и разрядников в целях отвода от них токов молнии в землю.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования (подъемом потенциала основания, на котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала заземленного оборудования).

Поясним это на примере сети с изолированной нейтралью. Если корпус электрооборудования не заземлен, и он оказался в контакте с фазой, то прикосновение человека к такому корпусу равносильно однофазному включению.

Если же корпус заземлен, то потенциал корпуса относительно земли падает до безопасно малого значения (рис.2.1) и через человека протекает гораздо меньший ток.

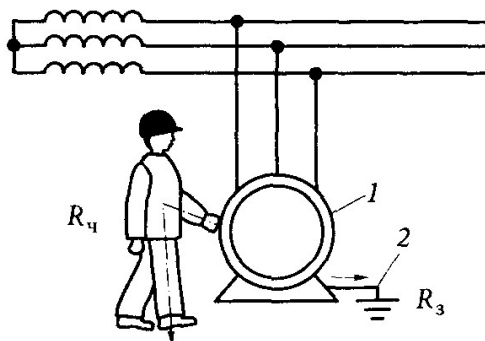


Рис. 2.1. Заземление корпуса двигателя (1 – корпус двигателя, 2 - заземление)

Защитное заземление применяется в трехфазных трехпроводных сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью, а в сетях напряжением 1000 В и выше – с любым режимом нейтрали (рис.).

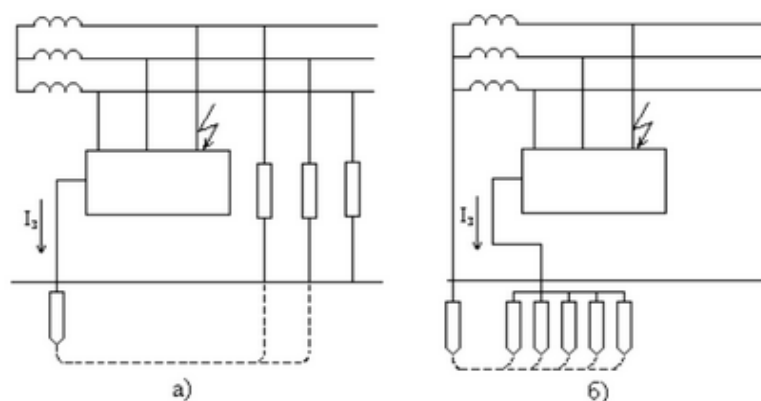


Рис. Принципиальные схемы защитного заземления в сетях трехфазного тока: а – в сети с изолированной нейтралью до 1 кВ и выше; б – в сети с заземленной нейтралью выше 1 кВ

2.1.1. Типы заземляющих устройств

Заземляющее устройство – это совокупность заземлителя и заземляющих проводов, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

Каждый отдельный проводник, находящийся в контакте с землей, называется одиночным заземлителем, или электродом. Если заземлитель состоит из нескольких электродов, соединенных между собой параллельно, он называется групповым заземлителем.

В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: *контурное* (а) и *выносное* (б) (рис 2.2).

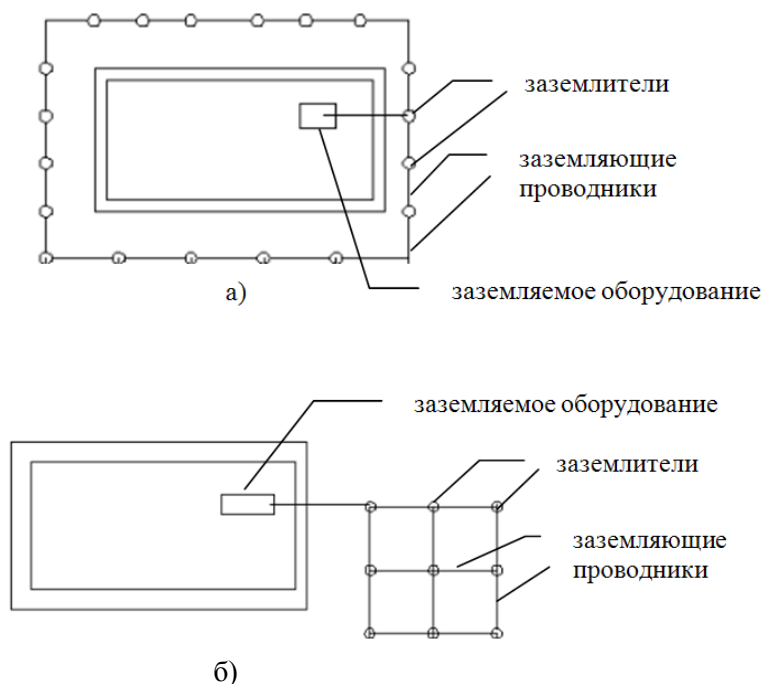


Рис.2.2. Устройство защитного заземления

Контурное заземляющее устройство характеризуется тем, что электроды его заземлителя размещаются по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, а также внутри этой площадки.

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель его вынесен за пределы площадки, на которой расположено заземляемое оборудование.

При контурном размещении заземлителей обеспечивается выравнивание потенциалов при однофазном замыкании на землю. Кроме того, благодаря взаимному влиянию заземлителей

уменьшается напряжение прикосновения и напряжение шага в защищаемой зоне. Выносные заземления этими свойствами не обладают, поэтому заземляющие устройства этого типа применяются лишь при малых токах замыкания на землю, в частности в установках до 1кВ. Зато при выносном способе размещения есть выбор места для заглубления заземлителей.

Необходимость в устройстве выносного заземления может возникнуть в следующих случаях:

- при невозможности по каким-либо причинам разместить заземлитель на защищаемой территории;
- при высоком сопротивлении земли на данной территории (например, песчаный или скальный грунт) и наличии вне этой территории мест со значительно лучшей проводимостью земли;
- при рассредоточенном расположении заземляемого оборудования (например, в горных выработках).

2.1.2. Выполнение заземляющих устройств.

Различают естественные и искусственные заземлители.

Искусственные – предназначены исключительно для целей заземления.

Естественные – находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Для *искусственных заземлителей* применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды.

В качестве вертикальных электродов используют стальные, вертикально заложенные в землю трубы диаметром 5- 6 см, с толщиной стенок не менее 3,5 мм, длиной 2 – 3м; угловую сталь с толщиной полок не менее 4 мм; металлические стержни диаметром 10 – 12 мм и длиной 10 м и более.

Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода применяют полосовую сталь сечением не менее 4х12мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6мм.

Размещение электродов выполняют в соответствии с проектом. Заземлитель не следует размещать вблизи горячих трубопроводов и других объектов, вызывающих высыхание почвы, а также в местах, где возможна пропитка грунта нефтью, маслами и т.п., поскольку в таких местах сопротивление грунта резко возрастает.

Если искусственные заземлители закладываются в агрессивные почвы (щелочные, кислые и др.), где они будут подвергаться усиленной коррозии, то они должны быть выполнены из меди, омедненного или оцинкованного металла.

В качестве искусственных заземлителей нельзя применять алюминиевые оболочки кабелей, а также голые алюминиевые проводники, так как в почве они окисляются, а окись алюминия – изолятор.

Для погружения в землю вертикальных электродов предварительно роют траншею глубиной 0,7 – 0,8м, после чего забивают трубы или уголки с помощью механизмов – копров, гидропрессов и т.д. Стальные стержни диаметром 10 –12 мм, заглубляют в землю с помощью специального приспособления, а более длинные с помощью вибратора.

Верхние концы погруженных в землю вертикальных электродов соединяют стальной полосой методом сварки.

Траншеи засыпают землей, очищенной от щебня и строительного мусора, с последующей тщательной трамбовкой, что снижает сопротивление растеканию заземлителя, а следовательно, дает экономию металла.

В качестве *естественных заземлителей* могут быть использованы проложенные в земле водопроводные, канализационные и другие металлические трубопроводы; металлические конструкции и арматура железобетонных конструкций, имеющие соединение с землей; свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле.

Категорически запрещается использовать в качестве заземлителей металлические трубопроводы горячих жидкостей и газов.

Естественные заземлители обладают, как правило, малым сопротивлением растеканию тока, и поэтому использование их для заземления дает весьма ощутимую экономию металла.

Естественные заземлители можно использовать без искусственных, если они обеспечивают требуемое ПУЭ [] сопротивление растеканию тока.

Недостатками естественных заземлителей являются доступность некоторых из них неэлектротехническому персоналу и возможность нарушения непрерывности соединения протяженных заземлителей (например, при ремонтных работах).

2.1.2. Обозначения систем заземления

Системы заземления различаются по схемам соединения и числу нулевых рабочих и защитных проводников.

Нулевой рабочий проводник – проводник, служащий для питания электроустановок и имеющий одинаковую с другими проводами изоляцию и достаточное сечение для прохождения рабочего тока

Нулевой защитный проводник – служит для создания кратковременного тока короткого замыкания для срабатывания защиты и быстрого отключения поврежденной электроустановки от питающей сети.

Системы заземления обозначаются буквами:

Первая буква в обозначении системы заземления определяет характер заземления источника питания:

T — заземленная нейтраль источника питания.

I — изолированная нейтраль источника питания.

Вторая буква в обозначении системы заземления определяет характер заземления открытых проводящих частей электроустановки здания:

T — открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания.

N — открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Буквы, следующие через чёрточку за N, определяют способ устройства нулевого защитного и нулевого рабочего проводников:

C — функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (**PEN-проводник**).

N - нулевой рабочий (нейтральный) проводник.

PE - защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов)

S — функции нулевого защитного PE и нулевого рабочего N проводников обеспечиваются отдельными проводниками.

2.1.3. Основные системы заземления

1. Система заземления TN-C.

Это система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении.

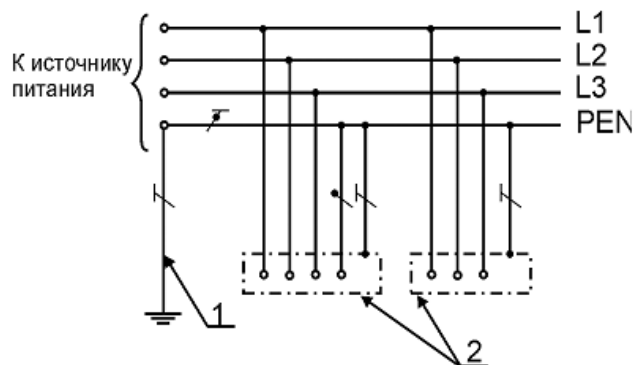


Рис.2.3. Система заземления TN-C
1 – заземлитель нейтрали источника, 2 – открытые проводящие части

К системе TN-C относятся трехфазные четырехпроводные (три фазных проводника и PEN-проводник, совмещающий функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников) и однофазные двухпроводные (фазный и нулевой рабочий проводники) сети зданий старой постройки. Эта система простая и дешевая, но она не обеспечивает

необходимый уровень электробезопасности. В данном случае защитный проводник предназначен только для защиты оборудования, но не человека.

В настоящее время применение системы TN-C на вновь строящихся и реконструируемых объектах не допускается. При эксплуатации системы TN-C в здании старой постройки, предназначенном для размещения компьютерной техники и телекоммуникаций, необходимо обеспечить переход от системы TN-C к системе TN-S (TN-C-S).

2. Система заземления TN-C-S.

Система TN-C-S характерна для реконструируемых сетей, в которых нулевой рабочий и защитный проводники объединены только в части схемы, во вводном устройстве электроустановки (например, вводном квартирном щитке или до ввода жилого дома). Во вводном устройстве электроустановки совмещенный нулевой защитный и рабочий проводник PEN разделен на нулевой

защитный проводник PE и нулевой рабочий проводник N. При этом нулевой защитный проводник PE соединен со всеми открытыми токопроводящими частями электроустановки.

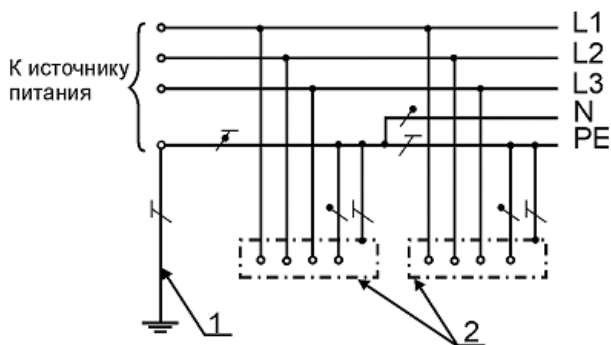


Рис.2.4. Система заземления **TN-C-S**
1 – заземлитель нейтрали источника, 2 – открытые проводящие части

Система TN-C-S является перспективной для нашей страны, позволяет обеспечить высокий уровень электробезопасности при относительно небольших затратах.

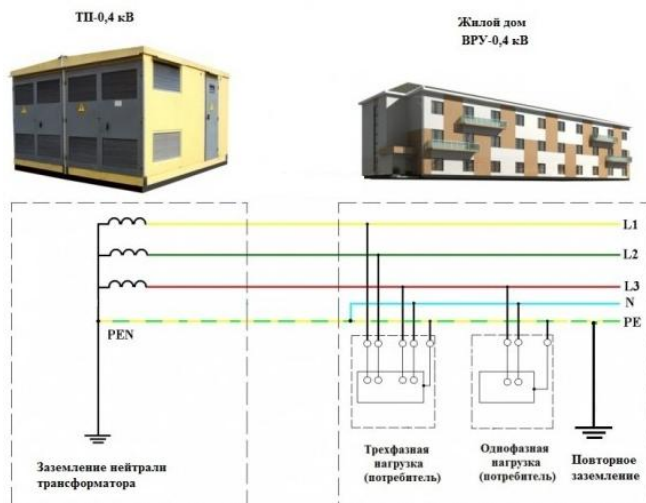


Рис.2.5. Пример применения системы заземления **TN-C-S** для жилого дома

3. Система заземления **TN-S**.

В системе TN-S нулевой рабочий и нулевой защитный проводники проложены отдельно. С подстанции приходит пяти жильный кабель. Все открытые проводящие части электроустановки соединены отдельным нулевым защитным проводником PE.

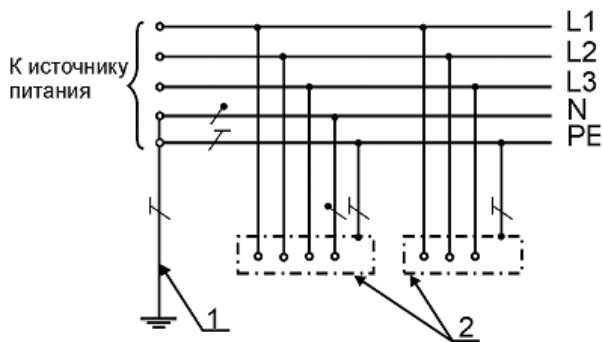


Рис.2.6. Система заземления **TN-S**
1 – заземлитель нейтрали источника, 2 – открытые проводящие части

Такая схема исключает обратные токи в проводнике PE, что снижает риск возникновения электромагнитных помех. Хорошим вариантом для минимизации помех является пристроенная трансформаторная подстанция (ТП), что позволяет обеспечить минимальную длину проводника от ввода кабелей электроснабжения до главного заземляющего зажима. Система TN-S при наличии пристроенной подстанции не требует повторного заземления, так как на этой подстанции имеется основной заземлитель. Такая система широко распространена в Европе (с 1940х годов). Она считается очень надежной и безопасной. Недостаток: дорогая, т.к. необходимо везде прокладывать 5ти жильный кабель.

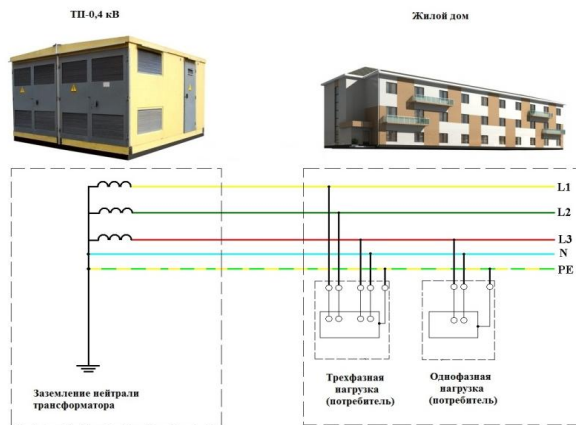


Рис. 2.7. Пример применения системы заземления **TN-S** для жилого дома

Внимание! В электроустановках с системами заземления TN-S и TN-C-S электробезопасность потребителя обеспечивается не собственно системами, а устройствами защитного отключения (УЗО), действующими более эффективно в комплексе с этими системами заземления и системой уравнивания потенциалов.

Собственно сами системы заземления (без УЗО) не обеспечивают необходимой безопасности. Например, при пробое изоляции на корпус электроприбора или какого-либо аппарата, при отсутствии УЗО отключение этого потребителя от сети осуществляется устройствами защиты от сверхтоков — автоматическими выключателями или плавкими вставками. Быстродействие устройств защиты от сверхтоков, во-первых, уступает быстродействию УЗО, а, во-вторых, зависит от многих факторов — кратности тока короткого замыкания, которая, в свою очередь, зависит от сопротивления проводников, переходного сопротивления в месте повреждения изоляции, длины линий, точности калибровки автоматических выключателей и др.

4. Система заземления **ТТ**.

Система ТТ - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника. При такой системе обязательна установка УЗО и ОПН.



Рис.2.8. Система заземления **ТТ**

1 – заземлитель нейтрали источника, 2 – открытые проводящие части, 3 – независимый заземлитель

Единственным недостатком системы ТТ является факт одновременного отказа устройства защитного заземления (УЗО) и пробое фазы на заземленный корпус электрического прибора.

5. Система заземления **ИТ**.

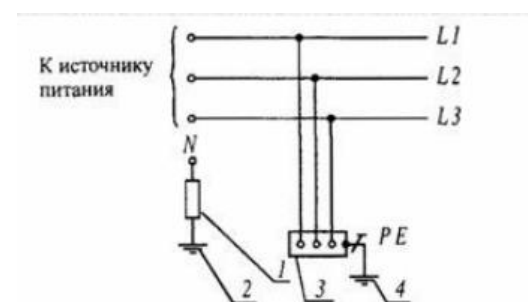


Рис.2.9. Система заземления **ИТ**

1 – сопротивление, включенное в нейтраль источника, 2 - заземлитель нейтрали источника 3 – открытые проводящие части, 4 – независимый заземлитель

Такая система используется, как правило, в электроустановках зданий, к которым предъявляются повышенные требования по безопасности.

2.1.4. Заземление воздушных линий электропередач

На воздушных линиях (ВЛ) должны быть заземлены:

1. опоры, имеющие грозозащитный трос или другие устройства грозозащиты;
2. железобетонные и металлические опоры ВЛ 3—35 кВ;
3. металлические и железобетонные опоры ВЛ 110—500 кВ без тросов и других устройств грозозащиты.

Сопротивление заземляющих устройств опор, указанных в п.1, должны быть не более приведенных в табл. 2.1.

Сопротивления заземляющих устройств опор, указанных в п.2, должны быть: для ВЛ 3—20 кВ в населенной местности, а также для всех ВЛ 35 кВ — не более приведенных в табл.2.1; для ВЛ 3—20 кВ в ненаселенной местности в земле с удельным сопротивлением ρ до 100 Ом·м — не более 30 Ом, а в земле с ρ выше 100 Ом·м — не более $0,3 \cdot \rho$ Ом.

Таблица 2.1 Наибольшее сопротивление заземляющих устройств опор ВЛ

Удельное эквивалентное сопротивление земли ρ , Ом·м.	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом.
До 100	10
Более 100 до 500	15
Более 500 до 1000	20
Более 1000 до 5000	30
Более 5000	$6 \cdot 10^{-3} \rho$

Сопротивления заземляющих устройств опор, определяются при проектировании ВЛ.

Для ВЛ, защищенных тросами, сопротивления заземляющих устройств, выполняемых по условиям грозозащиты, должны обеспечиваться при отсоединенном тросе, а по остальным условиям — при неотсоединенном тросе.

Для опор высотой более 40 м на участках ВЛ, защищенных тросами, сопротивления заземляющих устройств должны быть в 2 раза меньше по сравнению с приведенными в табл.2.1.

Сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ должны обеспечиваться и измеряться при токах промышленной частоты в период их наибольших значений в летнее время. Допускается производить измерение в другие периоды с корректировкой результатов путем введения сезонного коэффициента.

Тема 2.2. Зануление в электроустановках

Лекция проводится в интерактивной форме: с разбором конкретных ситуаций (1 час).

Защитное зануление – это преднамеренное присоединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением, к глухозаземленной нейтральной точке источника (рис.2.10).

Проводник, обеспечивающий указанные соединения зануляемых частей с глухозаземленной нейтральной точкой, называется *нулевым защитным проводником*.

Назначение защитного зануления такое же, как и защитного заземления: устранить опасность поражения людей током при пробое изоляции на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от электрической сети. Назначение нулевого провода в этом случае – обеспечить необходимую для отключения электроустановки величину тока короткого замыкания путем создания для этого тока цепи с малым сопротивлением.

Принцип действия зануления – превращение пробоя на корпус в однофазное короткое замыкание с целью вызвать ток большой силы, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети. Такой защитой служат:

- плавкие предохранители или автоматы максимального тока, устанавливаемые для защиты от токов короткого замыкания;
- магнитные пускатели со встроенной тепловой защитой;
- контакторы в сочетании с тепловыми реле и другие приборы.

При пробое фазы на корпус ток идет по пути (рис.2.10): «корпус – нулевой провод – обмотки трансформатора – фазный провод – предохранители»; ввиду того, что сопротивление при коротком замыкании мало, сила тока достигает больших величин и предохранители срабатывают, отключая поврежденную электроустановку.

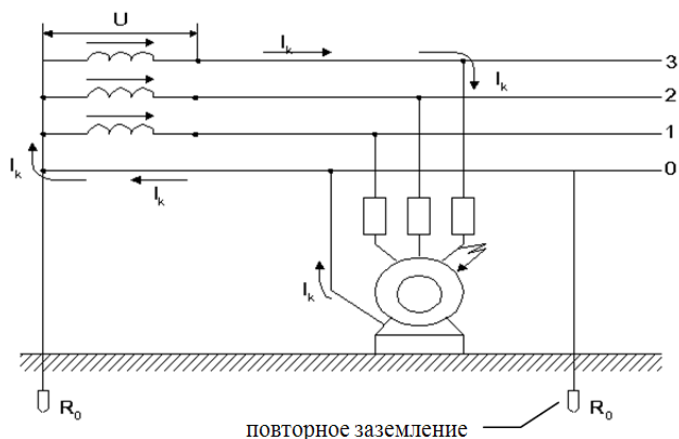


Рис.2.10. Схема зануления электрического двигателя:

U – фазное напряжение, I_k – ток короткого замыкания, 1, 2, 3 – фазы, 0 – нулевой провод, R_0 – сопротивление нейтральной точки.

Кроме того, поскольку зануленные корпуса заземлены через нулевой защитный проводник, то в аварийный период, т.е. с момента возникновения замыкания на корпус и до автоматического отключения поврежденной электроустановки от сети, проявляется защитное свойство этого заземления, как при защитном заземлении. Иначе говоря, заземление корпусов через нулевой проводник снижает в аварийный период их напряжение относительно земли.

Таким образом, зануление осуществляет два защитных действия – быстрое автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети и снижение потенциала зануленных металлических нетоковедущих частей, оказавшихся под напряжением, относительно земли. Т.е., зануление обеспечивает защиту от поражения электрическим током при замыкании на корпус за счет ограничения времени прохождения тока через тело человека и за счет снижения напряжения прикосновения.

Для обеспечения автоматического отключения аварийного участка при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник проводимость фазных и защитных проводников должна быть такой, чтобы возникающий ток короткого замыкания превышал не менее чем:

- в 4 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя;
- в 6 раз ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратную зависимость от тока характеристику;
- в 1,4 раза ток уставки автоматического выключателя только с электромагнитным расцепителем (отсечкой) при номинальном токе автоматического выключателя до 100А;
- в 1,2 раза – при номинальном токе такого выключателя более 100А.

Во всех случаях полная проводимость нулевого защитного проводника должна быть не менее 50% проводимости фазного проводника.

Область применения защитного зануления - трехфазные четырехпроводные электрические сети напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью. Такие сети (напряжением 380/220, 220/127 и 660/380В) широко применяются в промышленности.

В электроустановках напряжением до 1кВ с глухозаземленной нейтралью зануление осуществляют:

- а) в силовых сетях с использованием отдельной жилы кабеля или отдельного провода;
- б) в осветительных сетях – отдельным проводником, прокладываемым от светильника и присоединяемым к нулевому рабочему проводнику в ближайшей ответвительной коробке (во взрывоопасной зоне класса В-I присоединение к нулевому рабочему проводнику должно выполняться в ближайшем групповом щитке);
- в) нулевые защитные проводники во всех зонах должны быть проложены в общих оболочках, трубах, коробах, пучках с фазными проводами;
- г) вне взрывоопасной зоны на участке от щита, сборки распределительного пункта РУ, ТП в качестве нулевого защитного проводника допускается использовать алюминиевую оболочку питающих кабелей.

Без заземления нейтрали такие сети опасны, и применяться не должны.

Тема 2.3. Повторное заземление

Повторное заземление делается с целью уменьшить опасность поражения человека током при обрыве нулевого защитного проводника и одновременном пробое фазы на корпус за местом обрыва. В этом случае при отсутствии повторного заземления напряжение на корпусе оборудования будет равно фазному. Причем это напряжение будет существовать длительное время, т.к. поврежденная установка автоматически не отключится и ее будет трудно обнаружить среди исправных установок, чтобы отключить вручную.

Если же нулевой защитный проводник имеет повторное заземление, то при его обрыве до места замыкания фазы на корпус напряжение на нем значительно снижается (рис.2.10), что, в свою очередь, уменьшает опасность поражения человека электрическим током.

Однако повторное заземление не может устранить опасность поражения током полностью, т.к. не может обеспечить тех условий безопасности, которые были до обрыва нулевого проводника. Поэтому нулевой защитный проводник должен быть проложен так, чтобы исключить возможность его обрыва; в нулевом защитном проводнике запрещается ставить предохранители, выключатели и другие приборы, способные нарушить его целостность.

Контроль зануления электрооборудования производится при его приемке в эксплуатацию, а также периодически в процессе эксплуатации. Один раз в пять лет должно производиться измерение полного сопротивления петли «фаза - нуль» для наиболее удаленных, а также наиболее мощных электроприемников, но не менее 10% их общего количества.

Внеплановые измерения обязательно производятся при капитальных ремонтах и реконструкции электрической сети.

Тема 2.4. Измерение сопротивления петли фаза-нуль

Лекция проводится в интерактивной форме: с разбором конкретных ситуаций (0,5час).

Проведение измерения сопротивления петли фаза-нуль регламентируется Правилами Технической Эксплуатации Электроустановок Потребителя (ПТЭЭП) [] и при монтаже нового электрооборудования проводится перед его включением, далее в процессе эксплуатации - через каждые два года. При наличии передвижной электроустановки, контроль сопротивления петли фаза-нуль производится после каждой перестановки электрооборудования.

В установках напряжением до 1кВ с глухим заземлением нейтрали необходимо измерять сопротивление петли фаза-нуль для наиболее удаленных и мощных приемников электроэнергии, но не менее 10% общего числа приемников электроэнергии, питаемых от одного трансформатора. Сопротивление петли фаза-нуль можно измерять методом амперметра и вольтметра при отключенном испытываемом оборудовании, а также с помощью специальных приборов без отключения испытываемого оборудования (табл.).

Таблица

Приборы для измерения параметров заземляющих устройств, в том числе измерения сопротивления петли фаза-нуль

Тип прибора или метод	Измеряемый параметр	Примечание
М-417	Сопротивление петли с последующим вычислением тока однофазного замыкания	Область применения – контроль
ЭКО-200	Ток однофазного замыкания на землю	Область применения – контроль
ЭКЗ-01	Ток однофазного замыкания на землю	Область применения – контроль
MZC-300 (рис.)	Полное сопротивление петли	Область применения – измерения
Амперметр + вольтметр	Напряжение и ток	Высокая точность (область применения – измерения)

На основании результатов измерения сопротивления петли фаза-ноль производится выбор плавких предохранителей и уставок автоматов с тем, чтобы при замыкании фазных проводов электроустановки на части, соединенные с заземленным нулевым проводом, происходило автоматическое отключение поврежденного участка.

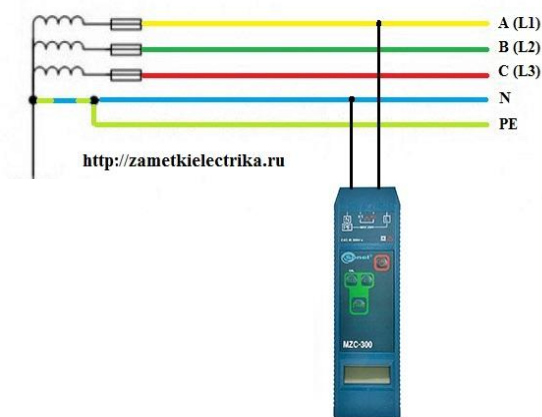


Рис. . Измерение сопротивления петли фаза-ноль в рабочей цепи А (L1) — N с помощью прибора MZC-300

2.4.1. Метод амперметра — вольтметра при измерении сопротивления петли фаза-ноль

При измерении методом амперметра и вольтметра собирают схему по рис. 217. Для этого испытуемое электрооборудование отключают от сети. Измерение производят на переменном токе от понижающего трансформатора (Т2). Приборы выбирают класса 0,5 на пределы, соответствующие вторичному напряжению трансформатора Тр2 для вольтметра и 20—30А для амперметра (или прибор 5 А с трансформатором тока 20—30/5 А).

В процессе измерения с помощью переключки создается искусственное замыкание одного фазного провода на корпус электроприемника. Остальные электроприемники, питающиеся от той же линии, нужно отключить соответствующими коммутационными аппаратами.

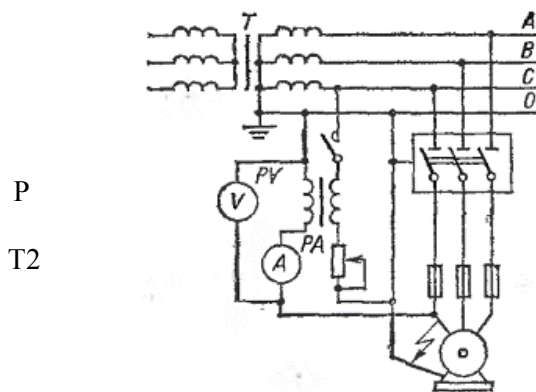


Рис. . Схема измерения сопротивления петли фаза — нуль по методу амперметра — вольтметра

После этого включают рубильник Р и, установив силу тока в цепи 10—20 А, снимают показания приборов. Сопротивление измеренной петли $Z_{\Pi} = U/I$. Полученное значение Z_{Π} должно быть арифметически сложено с расчетным значением полного сопротивления одной фазы питающего трансформатора $R_T/3$. Таким образом, полное сопротивление петли фаза-ноль с учетом сопротивления обмоток питающего трансформатора:

$$Z_{\text{пет}} = Z_{\Pi} + \frac{Z_T}{3} = \frac{U}{I} + \frac{Z_T}{3},$$

где U — измеренное напряжение, В; I — измеренный ток, А; Z_T — полное сопротивление трансформатора, Ом.

По $Z_{\text{пет}}$ определяется ток однофазного короткого замыкания на землю:

$$I_K = \frac{U_\phi}{Z_{ПЕТ}}$$

Если расчет показывает, что кратность тока однофазного замыкания на землю на 30% превышает допустимые кратности срабатывания защитных аппаратов, указанные в ПУЭ [], то можно ограничиться расчетом. В противном случае следует провести прямые измерения тока короткого замыкания специальными приборами, например, ЭКО-200, ЭКЗ-01 или по методу амперметра-вольтметра на пониженном напряжении.

Тема 2.5. Устройства защитного отключения

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с разбором конкретных ситуаций, просмотр и обсуждение видеofilьма (1 час).

Защитным отключением называют быстродействующие средства защиты, обеспечивающие автоматическое отключение аварийной установки в случае возникновения опасности поражения человека током. Такая опасность может возникнуть, в частности, при замыкании одной из фаз на корпус, снижения сопротивления изоляции сети ниже определенного предела и, наконец, в случае прикосновения человека непосредственно к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Защитное отключение является частным случаем защитного зануления. В отличие от зануления, защитное отключение может применяться в любых сетях независимо от принятого режима нейтрали, величины напряжения и наличия в них нулевого проводника. Защитное отключение может применяться в условиях повышенной опасности в дополнение к защитному заземлению, а также вместо заземления корпусов электрооборудования, когда его выполнить трудно, например, в передвижных электроустановках, установленных на скальных грунтах или удаленных от системы заземления или зануления приемников тока.

В последнее время широко применяется такое средство защиты, как «устройство защитного отключения» (УЗО).

Время срабатывания УЗО не более 0,2 сек. Защитное реле УЗО срабатывает при напряжении на корпусе электроустановки порядка 24,40 В.

2.5.1. Основные цели применения УЗО

УЗО предназначено для:

- защиты людей от поражения электрическим током;
- предотвращения возникновения пожара по причине появления тока утечки электропроводки.

2.4.2. Применение УЗО для защиты людей от поражения электрическим током

Большая часть электрооборудования, установленного на объектах электроэнергетики и на промышленных предприятиях, имеет металлический корпус (проводит электрический ток). Кроме того, бытовые электрические приборы, такие как стиральная машина, микроволновая печь, электрическая плита, водонагреватель, компьютер и другие также имеют металлический корпус и сложную схему внутренней электропроводки.

Вследствие различных воздействий (механических, тепловых и др.), а также по причине длительного срока службы, изоляция электрооборудования и бытовых приборов может прийти в негодность. Это касается не только электрических приборов, но и самих проводов и кабелей электропроводки.

При нарушении изоляции электрического проводника, есть вероятность замыкания этого провода на металлический корпус электрического прибора. При этом на корпусе появляется напряжение, равное фазному напряжению сети. Но это возникнет в том случае, если отсутствует заземление корпуса.

Если одновременно задеть электрический прибор (например, СВЧ-печь) с поврежденной изоляцией внутренней электропроводки, и любой другой предмет, имеющий заземление (раковина, батарея, пол, лампа освещения, люстра и др.), то человека ударит током (рис.2.11).



Рис. 2.11. Частые случаи поражения людей электрическим током

Последствия прикосновения могут быть разные. В одном случае - «легкий испуг», в другом - серьезные последствия от прохождения тока через тело человека (вплоть до остановки сердца).

Чтобы предотвратить такие последствия, необходимо применять устройство **защитного отключения (УЗО)**.

2.4.3. Принцип действия УЗО

Принципиальная схема УЗО изображена на рис.2.12.

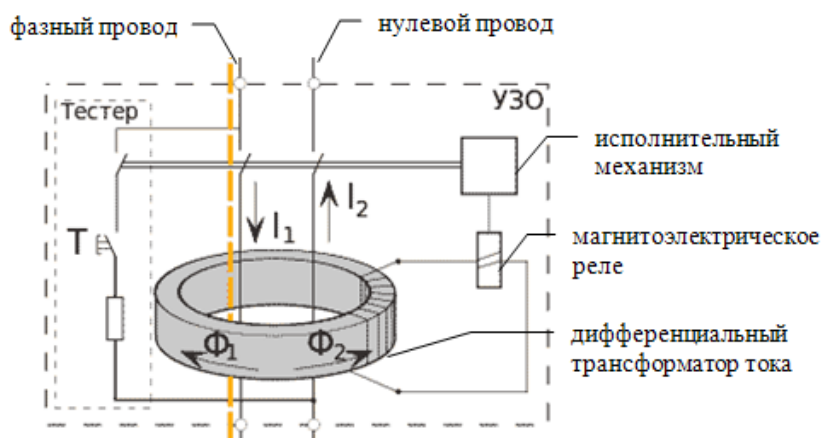


Рис.2.12. Схема УЗО

Основными элементами УЗО являются:

- дифференциальный трансформатор тока;
- магнитоэлектрическое реле;
- исполнительный механизм;
- тестер.

Принцип работы УЗО основан на измерении баланса токов I_1 и I_2 между входящими в него токоведущими проводниками с помощью дифференциального трансформатора тока (рис.2.12). Если баланс токов нарушен, то УЗО немедленно размыкает все входящие в него контактные группы, отключая, таким образом, неисправную нагрузку.

УЗО измеряет алгебраическую сумму токов, протекающих по контролируемым проводникам (двум для однофазного УЗО, четырём для трехфазного УЗО): в нормальном состоянии ток, «втекающий» по фазному проводнику, должен быть равен току, «вытекающему» по нулевому проводнику (закон Кирхгофа). Поэтому в нормальном состоянии сумма токов, проходящих через УЗО, равна нулю.

Если же сумма токов превышает допустимое значение, то это означает, что часть тока проходит помимо УЗО (через защитный проводник или через тело человека), то есть контролируемая электрическая цепь неисправна — в ней имеет место утечка тока.

2.4.3. Применение УЗО в схеме с защитным проводником

Таким образом, если корпус электроустановки заземлен *защитным проводником PE (системы заземления TN-C-S и TN-S)*, то в этом случае поражения человека электрическим током не произойдет, т.к. при замыкании фазного проводника на металлический корпус электрического

прибора, появится ток утечки I_0 , при котором сработает УЗО и отключит поврежденный участок еще до того, как человек прикоснется к корпусу (рис.2.13).

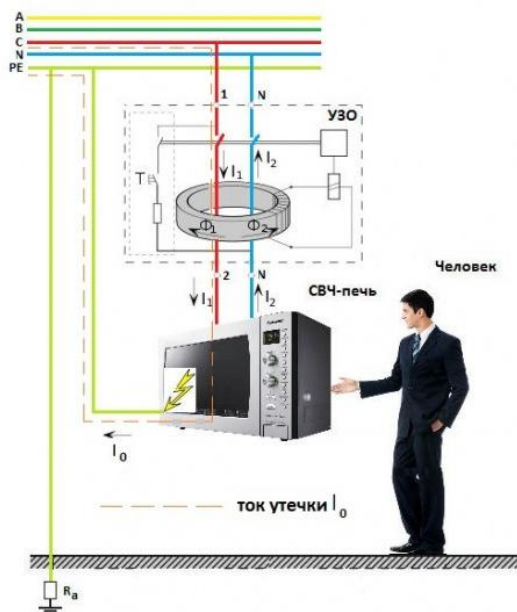


Рис.2.13. Применение УЗО в схемах с защитным проводником

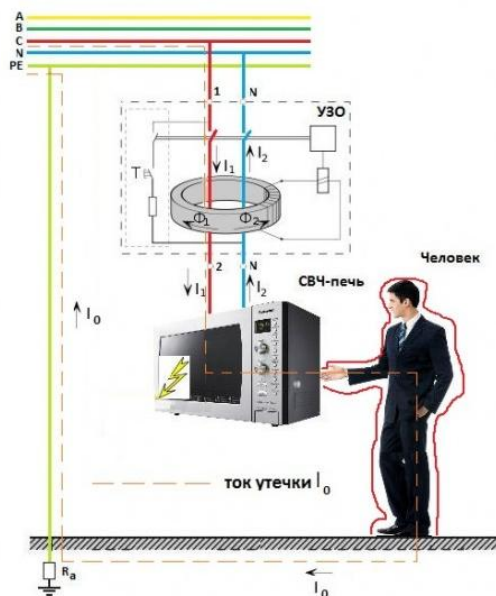


Рис.2.24. Применение УЗО в схемах без защитного проводника

2.4.4. Применение УЗО в схеме без защитного проводника

Рассмотрим тот же пример с СВЧ-печью с использованием УЗО, но уже без применения защитного проводника PE (старая электропроводка). В этом случае при пробое изоляции на корпус пути для тока утечки I_0 изначально не будет. УЗО почувствует пробой изоляции только при прикосновении человека к корпусу прибора (рис.2.24).

Т.к. человек включается в электрическую цепь, то именно прохождение электрического тока через тело человека создаст утечку тока I_0 , что приведет к срабатыванию УЗО, которое в свою очередь отключит поврежденный участок сети. Время нахождения человека под электрическим током будет равняться времени срабатывания УЗО. В этом случае у человека есть шанс остаться в живых, т.к. прохождение тока через тело человека будет кратковременным.

УЗО должны срабатывать за время не более 25-40 мс, то есть до того, как электрический ток, проходящий через организм человека, вызовет фибрилляцию сердца — наиболее частую причину смерти при поражениях электрическим током.

Для защиты человека от поражения электрическим током наиболее широко применяются УЗО с уставками 10, 30, 100 мА.

2.4.5. Применение УЗО для предотвращения возникновения пожара

При неправильном или некачественном монтаже электропроводки, а также при использовании электрических проводов с неисправной изоляцией очень важным является наличие УЗО для предотвращения возникновения пожара в случае утечки тока.

Для этих целей применяют УЗО с уставкой срабатывания от 300-500 мА. Такая уставка взята из предварительного расчета тепловой мощности.

При токе утечки равном 500 мА, тепловая мощность, выделяемая на этом участке цепи, составляет приблизительно 100 Вт. Этой мощности достаточно для возгорания материалов (дерево, бумага, пластик), находящихся около неисправной электропроводки

Следует отметить, что УЗО может значительно улучшить безопасность электроустановок, но оно не может полностью исключить риск поражения человека электрическим током или возникновение пожара. УЗО не реагирует на аварийные ситуации, если они не сопровождаются утечкой из

защищаемой цепи. В частности, УЗО не реагирует на короткие замыкания между фазами и нейтралью.

Тема 2.6. Электрозащитные средства и предохранительные приспособления

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с разбором конкретных ситуаций, просмотр и обсуждение видеофильма (2,5час).

Электрозащитное средство - средство защиты от поражения электрическим током, предназначенное для обеспечения электробезопасности.

При работе в электроустановках используются:

- средства защиты от поражения электрическим током (изолирующие электрозащитные средства);
- средства защиты от электрических полей повышенной напряженности, коллективные и индивидуальные (в электроустановках напряжением 330 кВ и выше);
- средства индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с государственным стандартом (средства защиты головы, глаз и лица, рук, органов дыхания, от падения с высоты, одежда специальная защитная).

2.6.1. Изолирующие электрозащитные средства

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

К **основным изолирующим электрозащитным средствам** для электроустановок напряжением **выше 1000 В** относятся:

- 1) изолирующие штанги всех видов;
- 2) изолирующие клещи;
- 3) указатели напряжения;
- 4) устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля и т.п.);
- 5) специальные средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше (кроме штанг для переноса и выравнивания потенциала).

К **дополнительным изолирующим электрозащитным средствам** для электроустановок напряжением **выше 1000 В** относятся:

- 1) диэлектрические перчатки и боты;
- 2) диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- 3) изолирующие колпаки и накладки;
- 4) штанги для переноса и выравнивания потенциала;
- 5) лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые (рис.).

К **основным изолирующим электрозащитным средствам** для электроустановок напряжением **до 1000 В** относятся:

- 1) изолирующие штанги всех видов;
- 2) изолирующие клещи;
- 3) указатели напряжения;
- 4) электроизмерительные клещи;
- 5) диэлектрические перчатки;
- 6) ручной изолирующий инструмент.

К **дополнительным изолирующим электрозащитным средствам** для электроустановок напряжением **до 1000 В** относятся:

- 1) диэлектрические галоши;
- 2) диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- 3) изолирующие колпаки, покрытия и накладки;
- 4) лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.



Рис. Оперативная изолирующая штанга



Рис. Указатель напряжения и изолирующие клещи

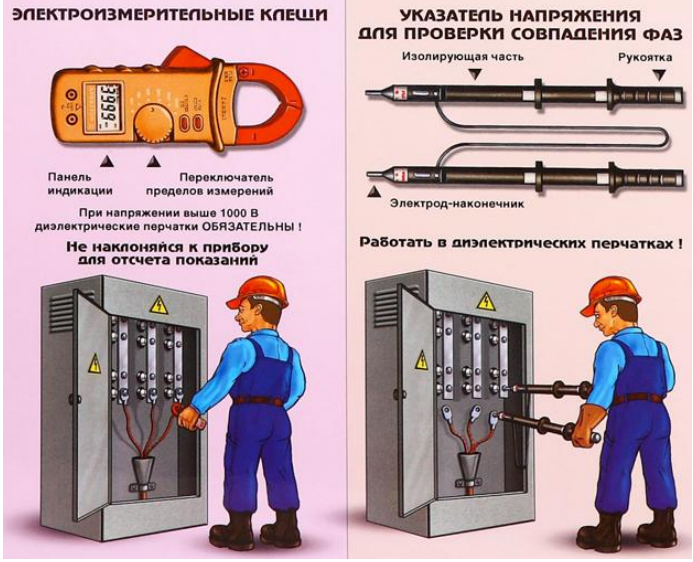


Рис. Электроизмерительные клещи и указатель напряжения для проверки совпадения фаз



Рис. Указатели напряжения выше 1000 В



Рис. Устройство для прокола кабеля и применение изолирующих прокладок

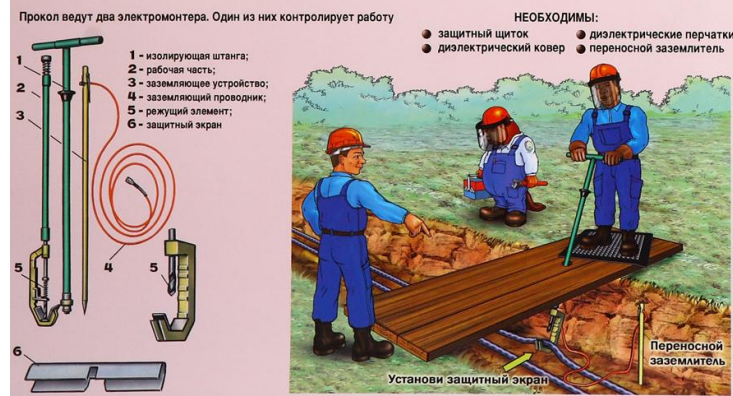


Рис. Механическое устройство для дистанционного прокола кабеля



Рис. Изолирующий инструмент



Рис. Виды электрозщитных средств



Рис. Диэлектрические ковры и изолирующие подставки

2.7.2. Средства защиты от электрических полей

К средствам защиты от электрических полей повышенной напряженности относятся комплекты индивидуальные экранирующие. В зависимости от назначения комплекты подразделяются на следующие виды:

- комплекты, для работ на потенциале земли в ОРУ и на ВЛ напряжением 330 – 1150 кВ при напряженности электрического поля не более 60 кВ/м;
- комплекты, для работ на потенциале проводов ВЛ напряжением 110 – 1150 кВ с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям.

Комплект включает в себя спецодежду, спецобувь, средства защиты головы, лица, рук. Все составные части комплекта должны быть выполнены из электропроводящих материалов и снабжены контактными проводниками для создания гальванической связи между отдельными частями комплекта.

Кроме того, к средствам защиты от электромагнитных полей относят съемные и переносные экранирующие устройства и плакаты безопасности.

Экранирующие устройства должны обеспечивать снижение напряженности электрического поля до уровня, допустимого для пребывания человека в течение рабочего дня без средств индивидуальной защиты (не более 5 кВ/м).

Экранирующие устройства выполняются из токопроводящего материала и должны заземляться путем непосредственного присоединения к заземлителю или заземленным объектам гибким медным проводом сечением не менее 10 мм².

Съемные экранирующие устройства должны иметь электрическое соединение с машинами и механизмами, на которых они установлены. При заземлении машин и механизмов дополнительного заземления съемных экранирующих устройств не требуется.

2.6.3. Средства индивидуальной защиты

К средствам индивидуальной защиты относятся:

- средства защиты головы (каска защитные);
- средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные);
- средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы);
- средства защиты рук (рукавицы);
- средства защиты от падения с высоты (пояса предохранительные и канаты страховочные (рис.));
- одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги (рис.)).

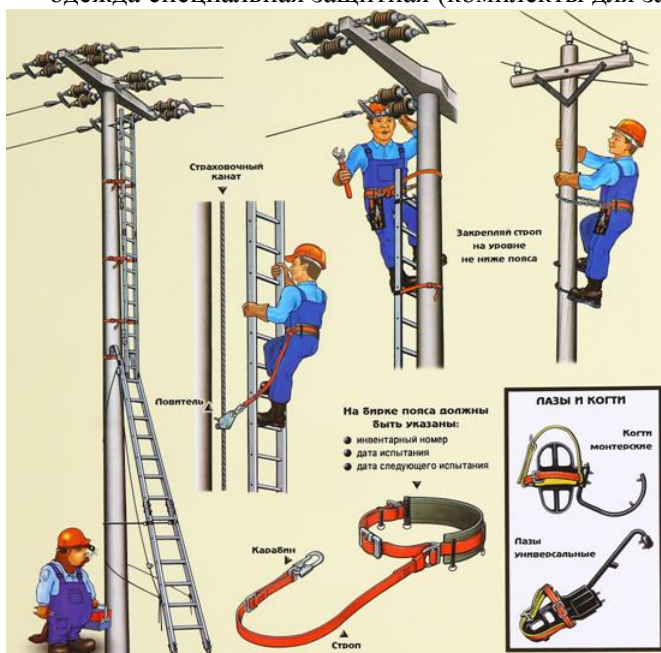


Рис. Изолирующие лестницы и предохранительные монтерские пояса



Рис. Термостойкий комплект для защиты от электрической дуги

Комплекты для защиты от электрической дуги предназначены для защиты тела работающего от воздействия электрической дуги, которая может возникнуть при оперативных переключениях в действующих электроустановках всех классов напряжений.

Комплекты выпускаются 2-х видов: зимние и летние.

В комплект входят: каска термостойкая с защитным экраном для лица; подшлемник термостойкий, перчатки термостойкие. Термостойкие перчатки надеваются под диэлектрические. Дополнительно в комплект могут входить белье нательное хлопчатобумажное или термостойкое и дополнительная куртка-накидка.

Набор компонентов комплектов определяется от условий эксплуатации: значения тока к.з. и напряжения электроустановки; времени воздействия дуги; расстояния до источника дуги, вида РУ (ОРУ или ЗРУ).

Комплекты выдаются только в индивидуальное пользование, кроме куртки-накидки, которая может быть дежурной.

Перед каждым применением комплекты должны быть осмотрены с целью контроля механических повреждений.

2.6.4. Условия применения и хранения электрозащитных средств

Персонал, проводящий работы в электроустановках, должен быть обеспечен всеми необходимыми средствами защиты, обучен правилам применения и обязан пользоваться ими для обеспечения безопасности работ.

Средства защиты должны находиться в помещениях электроустановок или входить в имущество выездных бригад. Средства защиты могут также выдаваться для индивидуального пользования. Работники, получившие средства защиты в индивидуальное пользование, отвечают за их правильную эксплуатацию и своевременный контроль за их состоянием.

При работах следует использовать только средства защиты, имеющие маркировку с указанием завода-изготовителя, наименования или типа изделия и года выпуска, а также штамп об испытании.

При обнаружении непригодности средств защиты они подлежат изъятию. Об изъятии непригодных средств защиты должна быть сделана запись в журнале учета и содержания средств защиты или в оперативной документации.

Изолирующими электрозащитными средствами следует пользоваться только по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны (наибольшее допустимое рабочее напряжение), в соответствии с руководствами по эксплуатации, инструкциями, паспортами и т.п. на конкретные средства защиты.

Изолирующие электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках, а в открытых электроустановках - только в сухую погоду. В изморось и при осадках пользоваться ими не допускается.

На открытом воздухе в сырую погоду могут применяться только средства защиты специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях.

Перед каждым применением средства защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений и загрязнений, а также проверить по штампу срок годности.

Не допускается пользоваться средствами защиты с истекшим сроком годности!

При использовании электрозащитных средств не допускается прикасаться к их рабочей части, а также к изолирующей части за ограничительным кольцом или упором.

Средства защиты необходимо хранить и перевозить в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к применению, они должны быть защищены от механических повреждений, загрязнения и увлажнения.

Средства защиты необходимо хранить в закрытых помещениях.

Экранирующие средства защиты должны храниться отдельно от электрозащитных.

Средства защиты размещают в специально оборудованных местах, как правило, у входа в помещение, а также на щитах управления. В местах хранения должны иметься перечни средств защиты. Места хранения должны быть оборудованы крючками или кронштейнами для штанг, клещей изолирующих, переносных заземлений, плакатов безопасности, а также шкафами, стеллажами и т.п. для прочих средств защиты.

2.6.5. Учет средств защиты и контроль за их состоянием

Все находящиеся в эксплуатации электрозащитные средства и средства индивидуальной защиты должны быть пронумерованы, за исключением касок защитных, диэлектрических ковров, изолирующих подставок, плакатов безопасности, защитных ограждений, штанг для переноса и выравнивания потенциала. Допускается использование заводских номеров.

Нумерация устанавливается отдельно для каждого вида средств защиты с учетом принятой системы в эксплуатирующей организации и местных условий.

Инвентарный номер наносят, как правило, непосредственно на средство защиты краской или выбивают на металлических деталях. Возможно также нанесение номера на прикрепленную к средству защиты специальную бирку.

Если средство защиты состоит из нескольких частей, общий для него номер необходимо ставить на каждой части.

В подразделениях предприятий и организаций необходимо вести журналы учета и содержания средств защиты.

Средства защиты, выданные в индивидуальное пользование, также должны быть зарегистрированы в журнале.

Наличие и состояние средств защиты проверяется периодическим осмотром, который проводится не реже 1 раза в 6 мес. (для переносных заземлений - не реже 1 раза в 3 мес.) работником, ответственным за их состояние, с записью результатов осмотра в журнал.

Электрозащитные средства, кроме изолирующих подставок, диэлектрических ковров, переносных заземлений, защитных ограждений, плакатов и знаков безопасности, а также предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты, полученные для эксплуатации от заводов-изготовителей или со складов, должны быть проверены по нормам эксплуатационных испытаний.

На выдержавшие испытания средства защиты, применение которых зависит от напряжения электроустановки, ставится штамп следующей формы:

№ _____ Годно до _____ кВ Дата следующего испытания " ____ " _____ 20__ г. _____ (наименование лаборатории)

На средства защиты, применение которых не зависит от напряжения электроустановки (диэлектрические перчатки, галоши, боты и т.п.), ставится штамп следующей формы:

№ _____ Дата следующего испытания " ____ " _____ 20__ г. _____ (наименование лаборатории)
--

На средствах защиты, не выдержавших испытания, штамп должен быть перечеркнут красной краской.

Результаты эксплуатационных испытаний средств защиты регистрируются в специальных журналах

2.7. Средства предупреждения об опасности

Несчастные случаи с лицами, обслуживающими электротехнические установки, могут происходить в результате потери ими ориентировки при осмотрах, ремонтах и испытаниях. Поэтому электроустановки проектируют таким образом, чтобы можно было легко распознать все их элементы. Схемы распределительных устройств (РУ), подстанций, ячеек разрабатываются простыми и наглядными. Электрооборудование размещают так, чтобы обеспечивалось удобство при его обслуживании и ремонте. Все оборудование обозначается надписями, маркировкой, расцветкой.

Для предупреждения об опасности применяют звуковые, световые и цветные сигнализаторы, устанавливаемые в зонах видимости и слышимости персонала. Части оборудования, представляющие опасность для людей, окрашивают в сигнальные цвета и на них наносят знак безопасности в соответствии ГОСТ 12.4.026 - 96 «Цвета сигнальные и знаки безопасности». Кнопки и рычаги аварийного выключения окрашивают в красный цвет.

Маркировка имеет особое значение при наличии большого числа цепей, различных систем тока и напряжения. Каждую систему снабжают условными обозначениями — цифровыми, символическими или буквенно-смысловыми. Кроме того, применяют отличительную окраску частей установки. Одноименные фазы окрашивают в одинаковый цвет во всех электроустановках:

- фазу А окрашивают в желтый,
- фазу В окрашивают в зеленый,
- фазу С окрашивают в красный.

На щитах, ящиках, сборках, пультах ставят их порядковые номера или номер отходящей линии, указывают назначение. Кабели, шины и провода либо маркируют изолированными бирками, либо делают гравировку с указанием их сечения; у предохранителей проставляют номинальный ток нагрузки.

Для безошибочной ориентировки персонала на ключах, кнопках и рукоятках управления надписывают операцию, для которой они предназначены («Включить», «Отключить», «Убавить», «Прибавить»).

На сигнальных аппаратах и лампах указывают характер сигнала («Включить», «Отключить», «Перегрев»).

Кроме того, для предупреждения об опасности служат предупредительные плакаты. В соответствии с назначением они разделяются на четыре группы:

- предостерегающие;
- запрещающие;
- разрешающие;

- указательные.

Постоянные предупреждающие плакаты укрепляют на оборудовании (рис.).

Плакат «**Под напряжением — опасно для жизни!**» предназначен для напряжения до 1000 В. Его укрепляют на наружной стороне РУ, сборок, щитов.

Плакат «**Высокое напряжение — опасно для жизни!**» предназначен для напряжения выше 1000 В. Его вывешивают на наружной стороне дверей РУ, камер выключателей и трансформаторных подстанций, на сетчатых или сплошных ограждениях.

Переносные предупреждающие плакаты применяют во время ремонтных работ и испытаний (рис.).

Плакат «**Стой — высокое напряжение!**» используют при напряжении выше 1000 В. Его вывешивают:

- на переносных временных ограждениях в закрытых распределительных устройствах (ЗРУ);
- на постоянных ограждениях ячеек, соседних с местом работы или противоположных; в открытых распределительных устройствах (ОРУ) на временных веревочных ограждениях и конструкциях вокруг рабочего места;
- на временных ограждениях у оголенных участков кабеля и разделанных его концов (например, при испытании повышенным напряжением).

Плакаты вывешивают таким образом, чтобы путь к соседним токопроводящим частям был закрыт.

Плакат «**Стой - опасно для жизни!**» предназначен для установок напряжением до 1000 В и вывешивается на их ограждениях и конструкциях.

Плакат «**Не влезай — убьет!**» укрепляют на конструкциях ОРУ соседних с той, где расположено рабочее место.



Рис. Предостерегающие плакаты: а) постоянные, б) переносные

Переносные запрещающие плакаты, так же как и предупреждающие вывешивают при ремонтах (рис.).

Плакат «**Не включать - работают люди**» укрепляют на ключах управления, рукоятках, штурвалах выключателей и разъединителей, щитах и пультах.

Плакат «**Не открывать - работают люди**» вывешивают на штурвалах задвижек и приводах к ним, при ошибочном открывании которых может быть пущено под давлением рабочее вещество (мазут, пар, вода, масло) к оборудованию, где работают люди.

Плакат «**Не включать - работа на линии**» вывешивают на ключах управления, рукоятках и штурвалах приводов выключателей и разъединителей, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение к месту, где работают люди.

Переносные разрешающие плакаты выполняют в виде белого круга на зеленом фоне (рис.).

Плакат «**Работать здесь**» вывешивают в ЗРУ на местах работы; в ОРУ - в том месте, где персонал должен входить в огражденное веревкой пространство; на щитах управления — при работах на панелях.

Плакат «**Влезать здесь**» устанавливают на конструкции ОРУ, обеспечивающей безопасный подъем к месту работы на высоте.

Переносной напоминающий плакат - «**Заземлено**» (рис.) вывешивают на ключах управления, рукоятках, штурвалах разъединителей, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок.



Рис. Переносные плакаты: а – запрещающие, б – разрешающие и указательный

2.8. Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с разбором конкретных ситуаций (1,5час).

В электротехнике касание человеком проводов и конструкций, находящихся под напряжением разделяют на прямое и косвенное прикосновение.

Прямое прикосновение - касание человеком открытых проводов, контактов, клемм, по которым в нормальном (не аварийном) режиме протекает электрический ток

Косвенное прикосновение - соприкосновение с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

По международному электрическому кодексу (МЭК) защита от прямого прикосновения называется базовой защитой.

Способы защиты от прямого прикосновения:

- **изоляция токоведущих частей.** Токоведущие части должны быть полностью покрыты изоляцией, которая может быть устранена только разрушением. Т.е. изоляция должна быть способной длительно противостоять нагрузкам, возникающим в процессе эксплуатации (механическим, электрическим, химическим и тепловым воздействиям). Краски, лаки, олифы и подобные вещества сами по себе не рассматриваются как достаточная изоляция для защиты от поражения электрическим током при нормальных условиях эксплуатации.

- **ограждения и оболочки** - предназначены для предотвращения любого прикосновения к токоведущим частям электроустановки. Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены и иметь достаточную прочность и долговечность. Если необходимо снять ограждение или вскрыть оболочку или ее части, это может быть сделано только: с помощью ключа или специального инструмента или после обесточивания токоведущих частей, защищенных этими ограждениями или оболочками,

- **установка барьеров.** Барьеры предназначены для предотвращения случайного прикосновения к токоведущим частям, но не исключают прикосновения при обходе барьера. Барьер должен препятствовать: непреднамеренному приближению к токоведущим частям или непреднамеренному прикосновению к токоведущим частям при эксплуатации электрооборудования. Барьеры могут быть съемными, снимающимися без применения ключа или инструмента, но они должны быть закреплены таким образом, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно.

- **расположение вне зоны досягаемости.** Защита путем размещения вне зоны досягаемости предназначена только для предотвращения непреднамеренных прикосновений к токоведущим частям. Части электроустановки с разными потенциалами, доступные одновременному прикосновению, не должны находиться внутри зоны досягаемости. Две части считаются доступными одновременному прикосновению, если они находятся на расстоянии не более 2,5 м друг от друга.

- **применение малого напряжения**

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ следует применять устройство защитного отключения (УЗО). В основе действия УЗО лежит принцип ограничения продолжительности протекания тока через тело человека при его непреднамеренном прикосновении к элементам электроустановки, находящимся под напряжением.

Способы защиты при косвенном прикосновении:

- **защитное заземление.** Доступные прикосновению открытые проводящие части должны быть присоединены к защитному проводнику в соответствии с особенностями типов заземления системы.
- **автоматическое отключение питания.** Автоматическое отключение питания при повреждении изоляции предназначено для предотвращения появления напряжения прикосновения, длительность воздействия которого может представлять опасность.
- **уравнивание потенциалов.** Система уравнивания потенциалов используется для того, чтобы обеспечить одинаковый электрический потенциал на всех металлических корпусах электрооборудования. Если эта цель достигнута, то временное повышение потенциала будет наблюдаться сразу на всех корпусах, благодаря чему исключается протекание опасных для человека и техники токов, либо возникновения искрения между корпусами разных приборов или аппаратов.

Согласно ПУЭ система уравнивания потенциалов делится на основную и дополнительную.

Основная система уравнивания потенциалов должна объединять между собой следующие проводящие части:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;
- металлические части строительных конструкций, система центрального отопления и системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Такие проводящие части должны быть также соединены между собой на вводе в здание.

Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток.

Следует отметить, что дополнительная система уравнивания потенциалов может охватывать всю установку, часть установки или отдельные аппараты.

- **двойная или усиленная изоляция.** Двойная изоляция — изоляция в электроустановках напряжением до 1 кВ, состоящая из основной и дополнительной изоляций. Основная изоляция — изоляция токоведущих частей, обеспечивающая защиту от прямого прикосновения. Дополнительная изоляция — независимая изоляция, выполняемая дополнительно к основной.

С двойной изоляцией изготавливают, например, ручные светильники, ручной электроинструмент, разделяющие трансформаторы. Часто в качестве дополнительной изоляции используется корпус электроприемника, выполненный из изоляционного материала. Такой корпус защищает от поражения электрическим током не только при пробое изоляции внутри прибора, но и при случайном прикосновении рабочей части инструмента к токоведущей части. Если корпус изделия металлический, то роль дополнительной изоляции играют изоляционные втулки, через которые питающий кабель проходит внутрь корпуса и изолирующие прокладки, отделяющие электродвигатель от корпуса.

Усиленная изоляция используется в тех случаях, когда применить двойную изоляцию не позволяет конструкция, например, в выключателях, щеткодержателях и др. В электроустановках напряжением до 1 кВ для обеспечения степени защиты от поражения электрическим током используют усиленную изоляцию, равноценную двойной изоляции, но конструктивно выполненную так, что каждую из составляющих испытать нельзя.

Кроме того, для защиты человека при косвенном прикосновении должны выполняться следующие условия:

- вилки не должны подходить к розеткам других напряжений;
- штепсельные розетки не должны допускать включение вилок на другие напряжения.

При выполнении мер защиты от прямого и косвенного прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ классы применяемого электрооборудования по способу защиты человека от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0 «ССБТ. Изделия электротехнические» следует принимать в соответствии с табл. 2.3.

Таблица 2.3. - Классы электрооборудования до 1кВ по степени защиты человека

Класс по ГОСТ 12.2.007.0 Р МЭК536	Маркировка	Назначение защиты	Условия применения электрооборудования в электроустановке
Класс 0	-	При косвенном прикосновении	1. Применение в непроводящих помещениях. 2. Питание от вторичной обмотки разделительного трансформатора только одного электроприемника
Класс I	Защитный зажим -знак или буквы PE, или желто-зеленые полосы	При косвенном прикосновении	Присоединение заземляющего зажима электрооборудования к защитному проводнику электроустановки
Класс II	Знак	При косвенном прикосновении	Независимо от мер защиты, принятых в электроустановке
Класс III	Знак	От прямого и косвенного прикосновений	Питание от безопасного разделительного трансформатора

Раздел 3. Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок

Организацию безопасной эксплуатации электроустановок необходимо производить в соответствии с Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей [], Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок [], другими нормативными документами и локальными нормативными актами, разработанными применительно к конкретным условиям и видам работ.

Эксплуатацию электроустановок должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал. Для организации эксплуатации электроустановок у потребителя должно быть назначено ответственное лицо, прошедшее необходимое обучение, имеющее необходимую квалификационную группу по электробезопасности и имеющее административные полномочия для организации работы. Как правило, эти обязанности возлагаются на заместителя руководителя организации (главный инженер, главный энергетик и т.д.)

Важное место в организации работ на электроустановках отводится определению категории электроприемников по надежности электроснабжения. Существуют потребители электроэнергии, которые должны иметь гарантированное электропитание постоянно, что предполагает создание нескольких независимых друг от друга источников электроснабжения. Это требование вызывает необходимость создания дежурных оперативных служб электротехнического персонала и т.д. В соответствии с ПУЭ существуют три категории электроприемников, разделенных по принципу надежности электроснабжения []:

Электроприемники I категории это те, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприемников I категории выделяется **особая группа** электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприемники II категории это те, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники III категории - все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий.

В соответствии с ПТЭ [] в организации необходимо создание системы эксплуатации электроустановок с обязательным персональным распределением ответственности между должностными лицами, создание системы технической документации и правильное ее ведение, постоянный административный контроль за выполнением всех регламентированных мероприятий.

Тема 3.1. Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения

Опасность поражения человека электрическим током в электроустановках зависит в основном от:

- напряжения электроустановки;
- режима нейтрали источника питания;
- тока замыкания на землю;
- сопротивления изоляции токоведущих частей относительно земли и заземленных конструкций;
- сопротивления тела человека;
- удельного сопротивления грунта в зоне растекания тока.

В отношении мер электробезопасности электроустановки (ЭУ) подразделяются на четыре категории (таблица 3.1).

Таблица 3.1. Классификация электроустановок по мерам электробезопасности

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Режим нейтрали	Классификация электроустановок
Выше 1 кВ	Эффективно заземленная нейтраль	ЭУ выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью
	Изолированная нейтраль	ЭУ выше 1 кВ с изолированной нейтралью
До 1 кВ	Заземленная нейтраль	ЭУ до 1 кВ с заземленной нейтралью
	Изолированная нейтраль	ЭУ до 1 кВ с изолированной нейтралью

К первой категории относятся электроустановки в сетях 220 кВ и выше работающие с глухим заземлением нейтралей трансформаторов, а также электроустановки в сетях 110-220 кВ, работающие с эффективно-заземленными нейтралями трансформаторов (у части трансформаторов данной сети нейтрали разземлены, либо в нейтрали некоторых трансформаторов включены специальные активные, реактивные или нелинейные сопротивления). Эффективно-заземленные нейтрали применяют для ограничения токов замыкания на землю.

Ко второй категории относятся электроустановки в сетях 3-35 кВ, работающие с изолированной нейтралью при относительно небольшом емкостном токе замыкания на землю, а также электроустановки 3-35 кВ, работающие в режиме резонансного заземления части нейтралей элементов сети. Заземление нейтралей через дугогасящие реакторы или резисторы применяется для ограничения токов замыкания на землю (для компенсации емкостных токов замыкания на землю).

К третьей категории относятся сети 110, 220, 380, 660 В, работающие с глухим заземлением нейтрали и с большими токами замыкания на землю.

К четвертой категории относятся сети до 1 кВ (110, 220, 380В), работающие с изолированной нейтралью и с малыми (емкостными) токами замыкания на землю.

На опасность поражения также существенно влияют условия эксплуатации электроустановок. Так, влажность, повышенная температура, едкие пары, токопроводящая пыль изменяют сопротивление изоляции токоведущих частей электроустановки. Под их действием изменяется и сопротивление человека.

Рассмотрим основные понятия.

Электропомещение - помещение или отгороженная, например сетками, часть помещения, которые доступны только для квалифицированного обслуживающего персонала и в которых расположены электроустановки.

Сухое помещение - помещение, в котором относительная влажность воздуха не превышает 60%.

Влажное помещение - помещение, в котором пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %.

Сырое помещение - помещение, в котором относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %.

Особо сырое помещение - помещение, в котором относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

Жаркое помещение - помещение, в котором под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) +35° С (например, помещение с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т.п.).

Пыльное помещение - помещение, в котором по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводниках, проникать внутрь

машин, аппаратов и т.п. Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.

Помещение с химически активной или органической средой - помещение, в котором постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию, токоведущие части электрооборудования и заземляющие устройства электроустановок

Кроме того, усложняют обстановку:

- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
- возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п. с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.

В основу классификации помещений и территорий по опасности электропоражения положены условия, создающие повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, химически активная среда, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования и к заземлённым частям (табл. 3.3).

Таблица 3.3 - Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения

Помещение, территория	Условия, создающие опасность
1. Помещение без повышенной опасности	Отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (см. пп. 2 и 3)
2. Помещение с повышенной опасностью	Наличие в помещении одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: а) сырости или токопроводящей пыли; б) токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.); в) высокой температуры; г) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлическим или железобетонным конструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой
3. Особо опасное помещение	Наличие одного из следующих условий, создающих особую опасность: а) особой сырости - относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой); б) химически активной или органической среды; в) одновременно двух или более условий повышенной опасности (см. п.2)
4. Территория размещения наружных электроустановок	По опасности поражения людей электрическим током эта территория приравнивается к особо опасному помещению

По доступности электрооборудования помещения делятся на:

- **закрытые электротехнические** – закрытые на замок помещения, в которых установлено электрооборудование, не требующее постоянного надзора. Доступ в эти помещения разрешен только лицам из числа электротехнического персонала на непродолжительное время (помещения распределительных устройств до и выше 1 кВ);

- **электротехнические** – помещения или отгороженные части помещений, в которых установлено электрооборудование, требующее постоянного электротехнического персонала (помещения управления, машинный зал ГЭС и т.д.);

- **производственные** – помещения, в которых электрооборудование доступно в течение длительного времени электротехнологическому персоналу (мастерские);

- **служебные и бытовые** – столовые, раздевалки, служебные конторские помещения, жилые комнаты и т.п.

Тема 3.2. Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках

Действующая электроустановка – это электроустановка или ее часть, которая находится под напряжением, либо на которую напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов.

При эксплуатации действующих электроустановок необходимо производить профилактические ремонты, а также испытания изоляции электрических машин, аппаратов, силовых и контрольных кабелей, наладку электроприводов, устройств РЗА и т.п.

Согласно требованиям Правил охраны труда, работы, производимые в действующих электроустановках, в отношении принятия мер безопасности, разделяются на следующие четыре категории:

1. Работы, выполняемые при полном снятии напряжения, производимые в электроустановках, где со всех токоведущих частей (в том числе и вводов) снято напряжение и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на токоведущие части к месту работы. Кроме того, нет незапертого входа в помещения, в которых размещены электроустановки, находящиеся под напряжением (например, ревизия и очистка аппаратуры распределительных устройств, текущий ремонт силового трансформатора и т. п.);

2. Работы, выполняемые при частичном снятии напряжения, производимые в электроустановках в помещении, где снято напряжение только с тех присоединений, на которых производится работа, или где напряжение полностью снято, но есть незапертый вход в помещение соседней электроустановки, находящейся под напряжением;

3. Работы, выполняемые без снятия напряжения на токоведущих частях электроустановок, находящихся под напряжением (рабочим или наведенным), или на расстоянии от этих токоведущих частей менее допустимых (например, вывешивание плакатов и надписей, замена перегоревших ламп, взятие пробы и доливка масла в баки трансформаторов и выключателей, уход за электрощитками и коллекторами работающих электрических машин, измерения токоизмерительными клещами и др.);

4. Работы, выполняемые без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, при которых исключены случайное прикосновение или приближение к токоведущим частям на опасное расстояние (например, чистка от пыли кожухов электрооборудования, ремонт и окраска стен электропомещений, уборка электропомещений и др.).

Кроме того, возможны небольшие по объему работы по предупреждению и ликвидации аварий и мелких неполадок:

- *работы, выполняемые в порядке текущей эксплуатации* – небольшие по объему (не более одной смены) ремонтные и другие работы по техническому обслуживанию, выполняемые в электроустановках напряжением до 1 кВ оперативным, оперативно-ремонтным персоналом;

- *неотложные работы* – работы, выполняемые безотлагательно для предотвращения воздействия на людей опасного производственного фактора, который привел или может привести к травме или другому резкому ухудшению здоровья, а также работы по устранению неисправностей и повреждений, угрожающих нормальной эксплуатации оборудования и сооружений.

3.2.1. Требования к персоналу

Работники, принимаемые для выполнения работ в электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку или должны быть обучены в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно-тренировочных центрах и т.п.).

Проверка состояния здоровья работников, привлекаемых к работам в электроустановках, проводится до приема на работу, а также периодически.

Электротехнический персонал должен пройти проверку знаний ПТБ [1] и других нормативно-технических документов (правил и инструкций) в пределах требований предъявляемых к соответствующей должности, и иметь соответствующую группу по электробезопасности (II-V группа по электробезопасности).

Работнику, прошедшему проверку знаний по охране труда, выдается удостоверение, в которое вносятся записи на право проведения специальных работ: верхолазных, работы под напряжением, испытания оборудования повышенным напряжением и т.п.

Каждый работник обязан соблюдать требования ПТБ, инструкций по охране труда и указаний, полученных при инструктаже.

Каждый работник, если он не может принять меры к устранению нарушений Правил [1], должен немедленно сообщить вышестоящему руководителю обо всех замеченных им нарушениях и представляющих опасность для людей неисправностях электроустановок, машин, механизмов, инструмента, средств защиты и т.д.

3.2.2. Оперативное обслуживание действующих электроустановок

Оперативное обслуживание (оперативные переключения) в электроустановках осуществляет оперативный или оперативно-ремонтный персонал.

Оперативный персонал – персонал, осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (осмотр, переключения, подготовку рабочего места, допуск и надзор за работающими, выполнение работ в порядке текущей эксплуатации).

Ремонтный персонал – персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и ремонт, монтаж, наладку и испытания электрооборудования.

Оперативно-ремонтный персонал - ремонтный персонал, специально обученный и подготовленный для оперативного обслуживания закрепленных за ним электроустановок.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, и старшие по смене должны иметь IV группу по электробезопасности (остальные работники в смене – группу III).

В электроустановках напряжением до 1 кВ работники из числа оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановки должны иметь III группу.

Право единоличного осмотра электроустановок предоставляется:

- оперативному персоналу, обслуживающему данную электроустановку, с группой не ниже III;
- административно-техническому персоналу с группой V, для электроустановок напряжением выше 1 кВ и с группой IV для электроустановок напряжением до 1 кВ.

Работники, не обслуживающие электроустановки, могут допускаться в них в *сопровождении оперативного персонала с группой IV* в электроустановки напряжением выше 1 кВ, и *с группой III* – в электроустановки напряжением до 1 кВ, либо в сопровождении работника имеющего право единоличного осмотра.

В электроустановках не допускается приближение людей, механизмов и машин к находящимся под напряжением не огражденным токоведущим частям на расстояния менее указанных в табл.4.1.

Таблица 4.1. Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением

Напряжение, кВ		Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений, м	Расстояние от механизмов, машин, от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов, м
до 1 кВ	на ВЛ	0,6	1,0
	в РУ	Без соприкосновения	1,0
1-35		0,6	1,0
110		1,0	1,5
220		2,0	2,5
330		2,5	3,5
500		3,5	4,5
750		5,0	6,0

При замыкании на землю в электроустановках напряжением 3-35 кВ приближаться к месту замыкания на расстояние менее 4 м в ЗРУ и менее 8 м – в ОРУ и на ВЛ допускается только для оперативных переключений с целью ликвидации замыкания и освобождения людей, попавших под напряжение. При этом необходимо пользоваться электрозащитными средствами.

Двери помещений электроустановок, кроме тех, в которых проводятся работы, должны быть закрыты на замок. Ключи от электроустановок должны храниться у оперативного персонала, обслуживающего данные электроустановки и выдаваться под расписку:

- работникам, имеющим право единоличного осмотра;
- ремонтному персоналу при работах в электроустановках.

При несчастных случаях для освобождения пострадавшего от действия электрического тока напряжение должно быть снято немедленно без предварительного разрешения.

Тема 3.3. Порядок и условия производства работ

Работы в действующих электроустановках должны проводиться по наряду-допуску, распоряжению или по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Наряд-допуск (наряд) – задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы. (Форма наряда-допуска и указания по его заполнению приведены в Прилож. 1).

Распоряжение – задание на производство работы, определяющее ее содержание, место, время, меры безопасности и работников, которым поручено ее выполнение, с указанием группы по электробезопасности.

Небольшие по объему работы в электроустановках напряжением до 1 кВ, выполняемые в течение рабочей смены оперативным или оперативно-ремонтным персоналом, должны выполняться по заранее разработанному **перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации**.

При выполнении работ в электроустановках не допускается самовольное проведение работ, а также расширение рабочих мест и объема задания, определенных нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Следует отметить, что капитальные ремонты электрооборудования напряжением выше 1 кВ, работы на токоведущих частях без снятия напряжения, ремонт ВЛ, должны выполняться по технологическим картам и проектам производства работ (ППР).

В электроустановках до 1 кВ при работе под напряжением необходимо:

- *оградить* расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением (к которым возможно случайное прикосновение);
- *применять основные электрозащитные средства* (изолированный инструмент или диэлектрические перчатки);
- *применять дополнительные электрозащитные средства* (диэлектрические галоши или изолирующую подставку, либо диэлектрический ковер).

При этом не допускается работать в одежде с короткими или засученными рукавами, а также использовать ножовки, напильники, металлические метры и т.п.

При работах в электроустановках не допускается работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет менее допустимого, указанного в табл.4.1.

Не допускается располагаться так, чтобы не огражденные токоведущие части вблизи рабочего места находились сзади работника или с двух боковых сторон.

Не допускается прикасаться без применения электрозащитных средств к изоляторам, изолирующим частям оборудования, находящимся под напряжением.

Следует помнить, что после исчезновения напряжения на электроустановке оно может быть подано вновь без предупреждения.

Не допускаются работы в неосвещенных местах.

Следует отметить, что до начала любых работ в действующих электроустановках необходимо выполнить организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности работающих.

3.3.1. Организационные мероприятия

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

- *оформление работы нарядом или распоряжением, либо перечнем работ*, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- *выдача разрешения на подготовку рабочего места* и на допуск к работе в случаях, определенных в [пункте 5.14](#) Правил [\[\]](#);
- *допуск к работе*;
- *надзор* во время работы;
- *оформление перерыва* в работе, *перевода* на другое рабочее место, *окончания* работы.

Как правило, все основные работы в электроустановках проводятся по наряду.

Ответственными за безопасное производство работ являются:

- *выдающий наряд, отдающий распоряжение, лицо, утверждающее перечень работ*, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- *ответственный руководитель работ*;
- *допускающий*;
- *производитель работ*;
- *наблюдающий*;
- *члены бригады*.

Выдающий наряд (распоряжение) определяет необходимость и возможность безопасного выполнения работы.

Выдающий наряд (распоряжение) отвечает за:

- достаточность и правильность указанных в наряде мер безопасности;
- качественный и количественный состав бригады;
- назначение ответственных за безопасность;
- соответствие выполняемой работе групп перечисленных в наряде работников;
- проведение целевого инструктажа ответственному руководителю, производителю работ (наблюдающему).

Право выдачи нарядов предоставляется работникам из числа административно-технического персонала организации (руководители и специалисты, на которых возложены обязанности по организации технического и оперативного обслуживания, проведению ремонтных, монтажных и наладочных работ), имеющим группу V – в электроустановках напряжением выше 1 кВ и группу IV – в электроустановках до 1 кВ.

Ответственный руководитель назначается при выполнении особо опасных работ по нарядам (как правило, при работах в электроустановках напряжением выше 1 кВ).

Ответственный руководитель отвечает за:

- выполнение всех указанных в наряде мер безопасности и их достаточность;
- за принимаемые им дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ;
- за полноту и качество целевого инструктажа бригады (в том числе проводимого допускающим и производителем работ);
- за организацию безопасного ведения работ.

Ответственными руководителями работ назначаются работники из числа административно-технического персонала, имеющие группу V в электроустановках напряжением выше 1 кВ и группу IV в электроустановках напряжением до 1 кВ.

Допускающий назначается из числа оперативного и оперативно-ремонтного персонала.

Допускающий отвечает за:

- правильность и достаточность принятых мер безопасности;
- соответствие принятых мер безопасности мерам, указанным в наряде, характеру и месту работы;
- за правильный допуск к работе;
- за полноту и качество проводимого им целевого инструктажа.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ допускающий должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1 кВ – группу III.

Производитель работ отвечает за:

- соответствие подготовленного рабочего места указаниям наряда, а также дополнительные меры безопасности, необходимые по условиям выполнения работ;
- четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;
- наличие, исправность и правильное приложение необходимых при выполнении работы средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений
- сохранность на рабочем месте ограждений, плакатов, заземлений и запирающих устройств (чтобы они не убирались и не переставлялись на другое место);
- безопасное ведение работы и соблюдение Правил [] им самим и членами бригады;
- осуществление постоянного контроля за членами бригады.

Производитель работ по наряду в электроустановках напряжением выше 1 кВ должен иметь группу IV, а в электроустановках напряжением до 1 кВ – III, кроме особо опасных работ (под напряжением), при выполнении которых производитель работ должен иметь группу IV.

Производитель работ выполняемых по распоряжению может иметь III квалификационную группу в случаях выполнения не особо опасных работ.

Наблюдающий назначается для надзора за бригадами, не имеющими права самостоятельно работать в электроустановках (для надзора за не электротехническим персоналом).

Наблюдающий отвечает за:

- соответствие подготовленного рабочего места указаниям, предусмотренным в наряде;
- четкость и полноту целевого инструктажа членов бригады;
- за наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств;
- за безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

Наблюдающий должен назначаться из лиц электротехнического персонала и иметь группу III.

Ответственность за безопасность, связанную с технологией работы, несет работник, возглавляющий бригаду, который входит в ее состав и должен постоянно находиться на рабочем месте.

Члены бригады должны выполнять требования Правил [] и инструктивные указания, полученные при допуске к работе и во время работы, а также требования инструкций по охране труда.

Порядок организации работ по нарядам и распоряжениям

Наряд выписывается в двух, а при передаче его по телефону – в трех экземплярах. Выдавать наряд разрешается на срок не более 15 календарных дней. Наряд может быть продлен один раз на срок не более 15 календарных дней. При перерывах в работе наряд остается действительным.

Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение 30 суток.

Учет работы по нарядам (распоряжениям) ведется в специальном «Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям».

Распоряжение имеет разовый характер, срок его действия определяется продолжительностью рабочего дня исполнителей. При необходимости продолжения работы, при изменении условий работы или состава бригады – распоряжение отдается заново.

Распоряжение должно быть письменным и отдается производителю работ и допускающему.

Допуск к работам по распоряжению должен быть оформлен в «Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям».

Состав бригады

Численность бригады и ее состав с учетом квалификации членов бригады по электробезопасности выдающим наряд (распоряжение) определяется исходя из условий выполнения работы, а также возможности обеспечения надзора за членами бригады со стороны производителя работ (наблюдающего).

Член бригады, руководимый производителем работ, должен иметь группу III. При выполнении особо-опасных работ в случаях, оговоренных Правилами [], член бригады должен группу IV.

В бригаду на каждого работника с группой III допускается включать одного работника с группой II, но общее число членов бригады с группой II не должно превышать трех.

Подготовка рабочего места и допуск к работе

Подготовка рабочего места и допуск бригады к работе осуществляется только после получения разрешения от оперативного персонала, в управлении и ведении которого находится оборудование.

Не допускается изменять предусмотренные нарядом меры по подготовке рабочих мест.

Подготовка рабочего места – выполнение до начала работ технических мероприятий для предотвращения воздействия на работающих опасных производственных факторов на рабочем месте.

Допускающий перед допуском к работе должен убедиться в выполнении технических мероприятий по подготовке рабочего места – личным осмотром, по записям в оперативном журнале, по оперативной схеме и по сообщениям персонала оперативного и оперативно-ремонтного других задействованных организаций.

Ответственный руководитель и производитель работ (наблюдающий) перед допуском к работе должны выяснить у допускающего, какие меры безопасности приняты при подготовке рабочего места, и совместно с допускающим проверить подготовку рабочего места личным осмотром в пределах рабочего места.

Допуск к работе по нарядам и распоряжениям после подготовки рабочего места должен проводиться непосредственно на рабочем месте. При этом допускающий должен:

- проверить соответствие состава бригады указаниям наряда (распоряжения) – по именным удостоверениям;

- доказать бригаде, что напряжение отсутствует, показом установленных заземлений или проверкой отсутствия напряжения, если заземления не видны с рабочего места (в электроустановках 35 кВ и ниже – последующим прикосновением рукой к токоведущим частям).

Началу работ по наряду (распоряжению) должен предшествовать целевой инструктаж.

Целевой инструктаж – указания по безопасному выполнению конкретной работы в электроустановке, охватывающие категорию работников, определенных нарядом или распоряжением (от выдавшего наряд – до члена бригады).

Без проведения целевого инструктажа допуск к работе не разрешается.

Целевой инструктаж при работах по наряду (распоряжению) проводят:

- выдающий наряд – ответственному руководителю (если он не назначается производителю работ или наблюдающему);

- допускающий – ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему) и членам бригады;

- ответственный руководитель работ – производителю работ (наблюдающему) и членам бригады;

- производитель работ (наблюдающий) – членам бригады.

При включении в состав бригады нового члена бригады инструктаж, как правило, проводит производитель работ (наблюдающий).

Выдающий наряд (распоряжение), ответственный руководитель работ, производитель работ в проводимых или целевых инструктажах, помимо вопросов электробезопасности, должны дать четкие указания по технологии безопасного проведения работ, безопасному использованию грузоподъемных машин и механизмов, инструмента и приспособлений.

Наблюдающий инструктирует бригаду о мерах по безопасному ведению работ и о порядке перемещения бригады по территории электроустановки, исключая возможность поражения электрическим током.

Допускающий в целевом инструктаже знакомит бригаду с содержанием наряда, (распоряжения) указывает границы рабочего места, наличие наведенного напряжения, показывает ближайшие к рабочему месту токоведущие части и оборудование, к которым не допускается приближаться независимо от того находятся они под напряжением или нет.

Допуск к работе оформляется в обоих экземплярах наряда, из которых один остается у производителя работ (наблюдающего), а второй – у допускающего.

Надзор при проведении работ. Изменения в составе бригады.

После допуска к работе надзор за соблюдением бригадой требований безопасности возлагается на производителя работ (ответственного руководителя, наблюдающего) который должен организовать свою работу так, чтобы вести контроль за всеми членами бригады.

Наблюдающему не допускается совмещать надзор с работой.

При необходимости временного ухода с рабочего места производитель работ (наблюдающий), если его не могут заменить ответственный руководитель работ или допускающий обязан удалить бригаду с места работы с закрытием дверей в электроустановку на замок.

Оставаться в электроустановках напряжением выше 1 кВ одному производителю работ (наблюдающему) или членам бригады без производителя работ (наблюдающего) не разрешается.

Допускается с разрешения производителя работ (наблюдающего) временный уход с рабочего места одного или нескольких членов бригады. В электроустановках напряжением выше 1 кВ количество членов бригады, оставшихся на рабочем месте должно быть не менее 2-х, включая производителя работ (наблюдающего)

Члены бригады с группой III могут самостоятельно выходить и возвращаться на рабочее место, а члены бригады с группой II – только в сопровождении члена бригады с группой III, или работника, имеющего право единоличного осмотра электроустановок.

После выхода из помещения электроустановки необходимо закрывать дверь на замок.

Возвратившиеся члены бригады могут приступить к работе только с разрешения производителя работ (наблюдающего).

При обнаружении нарушений Правил безопасности бригада должна быть удалена с рабочего места и у производителя работ (наблюдающего) отбирается наряд. Приступить к работе вновь можно только после оформления нового наряда.

Изменять состав бригады разрешается работнику, выдавшему наряд или другому работнику, имеющему право выдачи наряда на выполнение работ в данной электроустановке.

При замене ответственного руководителя или производителя работ (наблюдающего), изменении состава бригады более чем на половину, изменении условий работы наряд должен быть выдан заново.

Перевод на другое рабочее место

Если в наряде предусмотрена поочередная работа на нескольких рабочих местах, то в электроустановках напряжением выше 1 кВ перевод бригады на другое рабочее место осуществляет допускающий. Этот перевод могут выполнять также ответственный руководитель работ или производитель работ (наблюдающий), если выдающий наряд поручил им это, с записью в наряде в строке «отдельные указания».

В электроустановках до 1 кВ, а также на ВЛ и КЛ перевод на другое рабочее место осуществляет производитель работ (наблюдающий) без оформления наряда.

Оформление перерывов в работе и повторный допуск к работе

При перерыве в работе на протяжении рабочего дня (на обед, по условиям работы) бригада удаляется с рабочего места, а двери электроустановки закрываются на замок.

Наряд остается у производителя работ (наблюдающего). Члены бригады не имеют права возвращаться после перерыва на рабочее место без производителя работ (наблюдающего). Допуск к работе после такого перерыва осуществляет производитель работ (наблюдающий) без оформления в наряде.

При перерыве в работе в связи с окончанием рабочего дня бригада удаляется с рабочего места. Плакаты безопасности, ограждения, заземления не снимаются.

В наряде производитель работ (наблюдающий) оформляет окончание работы и сдает наряд допускающему.

Повторный допуск в последующие дни на подготовленное рабочее место осуществляет допускающий или с его разрешения ответственный руководитель работ.

Производитель работ (наблюдающий) с разрешения допускающего может допустить бригаду к работе на подготовленное рабочее место, если ему это поручено в строке «Отдельные указания» наряда.

При повторном допуске производитель работ (наблюдающий) должен убедиться в целостности и сохранности, оставленных плакатов, ограждений, а также в надежности заземлений и допускает бригаду к работе.

Оформление окончания работы

После полного окончания работы производитель работ (наблюдающий) должен удалить бригаду с рабочего места, снять установленные бригадой временные ограждения, плакаты и заземления, закрыть двери электроустановки на замок и оформить в наряде полное окончание работ. Ответственный руководитель после проверки рабочего места также оформляет в наряде полное окончание работ.

После оформления производителем работ и ответственным руководителем работ в наряде полного окончания работ наряд сдается допускающему, который после осмотра рабочих мест сообщает о полном окончании работ вышестоящему оперативному персоналу. Окончание работы по наряду (распоряжению) также оформляется оперативным персоналом в «Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям» и в оперативном журнале.

Включение электроустановок после полного окончания работ

Перед включением электроустановки после полного окончания работ оперативный персонал убеждается в готовности электроустановки к включению (проверяется чистота рабочего места, отсутствие инструмента и т.п.), снимает временные ограждения, переносные плакаты безопасности и заземления, восстанавливает постоянные ограждения.

В аварийных случаях до полного окончания работ оперативный персонал или допускающий могут включить в работу выведенное в ремонт электрооборудование или электроустановку в отсутствие бригады при условии, что до прибытия производителя работ и возвращения им наряда на рабочих местах расставлены работники, обязанные предупредить производителя работ и всех членов бригады о включении электроустановки и запрете возобновления работ.

3.3.2. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия:

- произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;
- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты;
- проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены;
- установлено заземление (включены заземляющие ножи или установлены переносные заземления);
- вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

Отключения

При подготовке рабочего места должны отключаться:

- токоведущие части, на которых будут производиться работы;
- не огражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, машин и механизмов на недопустимые расстояния;
- цепи управления и питания приводов, а также закрыт воздух, снят завод пружин и грузов у приводов коммутационных аппаратов.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с каждой стороны, с которой коммутационным аппаратом на рабочее место может быть подано напряжение, должен быть видимый разрыв (отключением разъединителей, снятием предохранителей, отсоединением или снятием шин и проводов и т.п.).

Видимый разрыв может отсутствовать в КРУ и КРУЭ (с выкатными тележками или при наличии надежного механического указателя гарантированного положения контактов).

Силовые трансформаторы и трансформаторы напряжения, связанные с выделенным для работ участком должны быть отключены и схемы их разобраны со стороны других своих обмоток для исключения возможности обратной трансформации.

После отключения коммутационных аппаратов необходимо визуально убедиться в их отключении и отсутствии шунтирующих перемычек.

Для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов в электроустановках выше 1 кВ принимаются следующие меры:

- ручные приводы в отключенном положении запираются на механический замок;
- у разъединителей, управляемых оперативной штангой запираются на замок стационарные ограждения;
- у приводов и аппаратов с дистанционным управлением отключаются силовые цепи и цепи управления, а у пневматических приводов, кроме того, на подводящем трубопроводе сжатого воздуха закрывается и запирается на механический замок, задвижка и выпускается воздух, при этом спускные клапаны оставляются в открытом положении.
- у грузовых и пружинных приводов включающие груз или пружины приводятся в нерабочее положение;
- вывешиваются запрещающие плакаты.

В электроустановках напряжением до 1 кВ со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение снимается отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом (при наличии предохранителей – снятием последних). Предотвращение ошибочного включения осуществляется запираемостью рукояток или дверец шкафа, закрытие кнопок, установка изолирующих накладок между контактами и др. При снятии напряжения аппаратом с дистанционным управлением – размыкается вторичная цепь включающей катушки.

Эти меры можно заменить отсоединением шин, проводов, кабеля от коммутационного аппарата либо оборудования, на котором предстоит работать. Далее вывешиваются запрещающие плакаты.

Отключенное положение аппаратов до 1 кВ с недостающими для осмотра контактами определяется проверкой отсутствия напряжения на их зажимах.

Вывешивание запрещающих плакатов

На приводах аппаратов с ручным управлением, у снятых предохранителей вывешиваются плакаты «Не включать! Работают люди».

На задвижках пневматических приводов – «Не открывать! Работают люди».

Плакаты вывешиваются на ключах и кнопках дистанционного и местного управления, на автоматах или у места снятых предохранителей цепей управления и силовых цепей питания приводов коммутационных аппаратов.

На приводах разъединителей, которыми отключена ВЛ или КЛ вывешивается плакат «Не включать! Работа на линии».

Проверка отсутствия напряжения

Проверять отсутствие напряжения необходимо указателем напряжения.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ пользоваться указателем напряжения необходимо в диэлектрических перчатках.

В электроустановках 35 кВ и выше можно пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям (отсутствие искрения и потрескивания указывает на отсутствие напряжения).

На одноцепных ВЛ напряжением 330 кВ и выше достаточным признаком отсутствия напряжения является отсутствие коронирования.

В распределительных устройствах проверку отсутствия напряжения разрешается проводить единолично работнику из числа оперативного персонала с группой IV в электроустановках напряжением выше 1 кВ и с группой III – в электроустановках напряжением до 1 кВ.

На ВЛ проверку должны выполнять 2 работника: с группой IV и III на ВЛ напряжением выше 1 кВ и с группой III на ВЛ напряжением до 1 кВ.

В электроустановках напряжением до 1кВ с заземленной нейтралью при применении 2-х полюсного указателя проверять отсутствие напряжения нужно как между фазами, так и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или защитным проводником (допускается применять предварительно проверенный вольтметр).

Устройства, сигнализирующие об отключении аппаратов, блокирующие устройства, постоянно включенные вольтметры и т.п. являются дополнительными средствами и на основании их показаний нельзя делать заключение об отсутствии напряжения.

Установка заземления

Устанавливать заземления на токоведущие части, где будет производиться работа, необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Переносное заземление сначала присоединяется к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, устанавливается на токоведущие части (рис.3.1,3.2).

Снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности: сначала снять его с токоведущих частей, а затем отсоединить от заземляющего устройства.

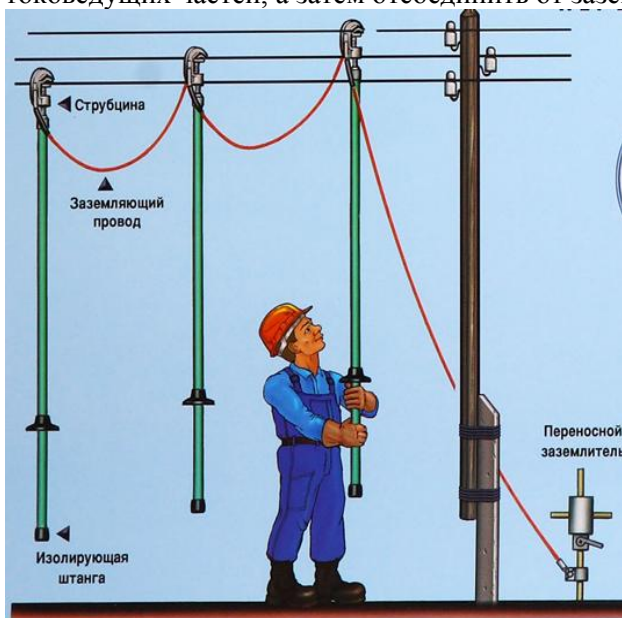


Рис.3.1. Установка переносного заземления

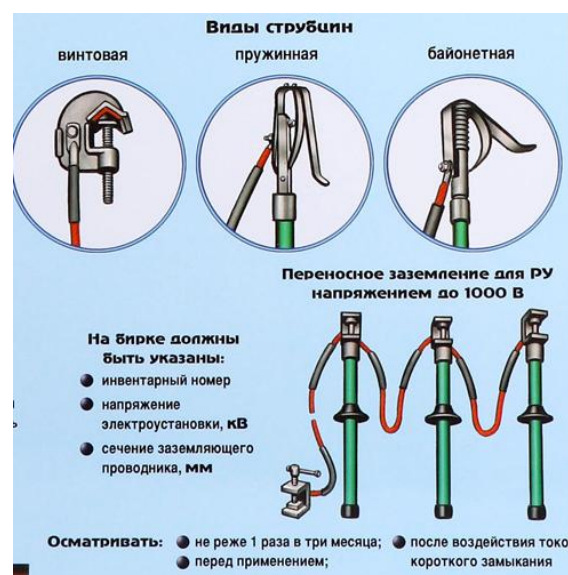


Рис.3.2. Конструкция переносного заземления

Установка и снятие переносных заземлений должна осуществляться в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках выше 1 кВ изолирующей штанги. Закреплять зажимы переносных заземлений необходимо этой же штангой или руками в диэлектрических перчатках.

Заземляться должны токоведущие части всех фаз (полюсов) отключенного для работ оборудования со всех сторон, откуда может быть подано напряжение.

На сборных шинах достаточно установить одно заземление.

Заземленные токоведущие части должны быть отделены от токоведущих частей, находящихся под напряжением видимым разрывом (отключенными разъединителями, снятыми предохранителями, демонтированными шинами или проводами, выкатными элементами КРУ).

Непосредственно на рабочем месте заземление устанавливается дополнительно, когда токоведущие части могут оказаться под наведенным напряжением.

Переносные заземления присоединяются к токоведущим частям, очищенным от краски.

В электроустановках напряжением до 1 кВ операции по установке и снятию заземлений разрешается выполнять одному работнику с группой III из числа оперативного персонала.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ устанавливать переносные заземления должны два работника с группой IV и III из числа оперативного персонала (второе лицо может быть из числа ремонтного персонала). Включать заземляющие ножи может один работник с группой IV из числа оперативного персонала.

Отключать заземляющие ножи и снимать переносные заземления единолично может работник с группой III из числа оперативного персонала.

ВЛ напряжением выше 1 кВ заземляется во всех распредустройствах.

На ВЛ напряжением до 1 кВ достаточно установить заземление только на рабочем месте.

Примеры установки заземлений в схемах электроустановок приведены на рис.3.3, 3.4, 3.5.

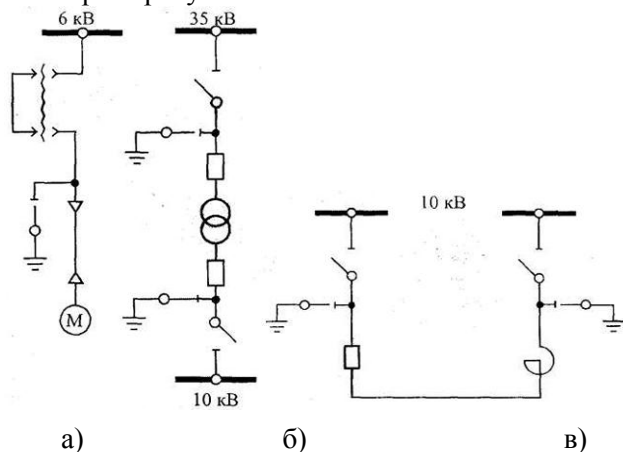


Рис. 3.3. Пример установки заземления: а) при работе на электродвигателе; б) при работе на силовом двухобмоточном трансформаторе; при работе на секционном реакторе и его выключателе

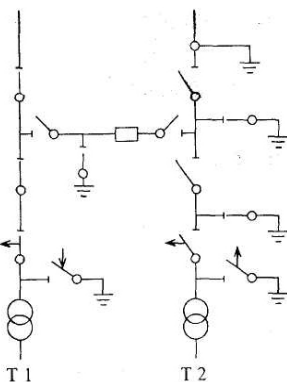


Рис. 3.4. Подстанция по схеме мостика. Пример установки заземлений при работе на линейном разъединителе трансформатора T2 и на выключателе перемычки

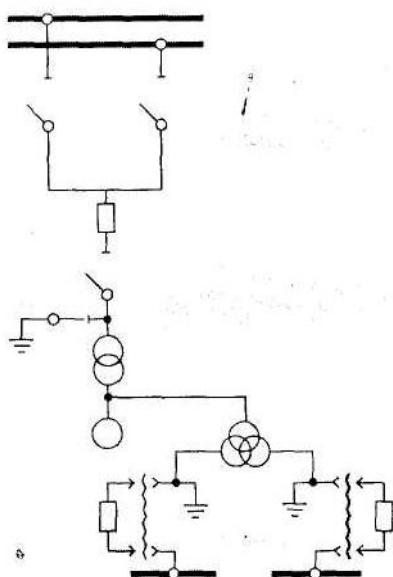


Рис. 3.5. Блок генератор-трансформатор. Пример установки заземлений при работе на генераторе, блочном трансформаторе и трансформаторе собственных нужд

Ограждение рабочего места; вывешивание плакатов

В электроустановках на приводах коммутационных аппаратов, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок электроустановки, а также на ключах и кнопках их дистанционного управления должны быть вывешены плакаты «Заземлено».

Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, могут применяться щиты, ширмы, экраны и т.п., изготовленные из изоляционных материалов. На временных ограждениях должны быть нанесены надписи «Стоять! Напряжение» или укреплены соответствующие плакаты.

На ограждениях камер, шкафов и панелях, граничащих с рабочим местом, должны быть вывешены плакаты «Стоять! Напряжение».

В ОРУ рабочее место ограждается (с оставлением проезда, прохода) канатом, веревкой или шнуром из растительных или синтетических волокон с вывешенными на них плакатами «Стоять! Напряжение», обращенными внутрь огражденного пространства.

В ОРУ на конструкциях, граничащих с той, на которой разрешается подниматься, внизу должен вывешиваться плакат «Не влезай! Убьет», а на стационарных лестницах и конструкциях, по которым разрешено подниматься – «Влезать здесь».

На подготовленных рабочих местах в электроустановках должен быть вывешен плакат «Работать здесь».

Не допускается убирать или переставлять до полного окончания работы плакаты и ограждения, установленные при подготовке рабочего места допускающим.

.Заземление воздушных линий электропередачи

ВЛ напряжением выше 1000 В заземляются во всех РУ и у секционирующих коммутационных аппаратов, где отключена линия. Допускается:

- ВЛ напряжением 35 кВ и выше с отпайками не заземлять на отпаечных подстанциях при условии, что линия заземлена с двух концов, а на этих подстанциях заземления наложены за отключенными линейными разъединителями (со стороны подстанции);
- ВЛ напряжением 6 - 20 кВ заземлять только в одном РУ или у одного секционирующего аппарата либо на ближайшей к этому устройству или секционирующему аппарату опоре, имеющей заземляющее устройство. В остальных РУ этого напряжения и у секционирующих коммутационных аппаратов в местах, где воздушная линия отключена, допускается ее не заземлять при условии, что на воздушную линию будут наложены заземления между рабочим местом и этим РУ или секционирующими коммутационными аппаратами. Заземления накладываются на опорах, имеющих заземляющие устройства.

Для ВЛ напряжением до 1000 В достаточно наложить заземление только на рабочем месте.

При пофазном ремонте ВЛ заземлять в РУ провод отключенной фазы запрещается.

Дополнительно к заземлениям, указанным в п. Б2.3.40, на рабочем месте каждой бригады заземляются провода, а при необходимости и тросы.

На отключенной и заземленной воздушной линии напряжением 35 кВ и выше при производстве работ на проводе одной фазы или поочередно на проводах каждой фазы допускается заземлять на рабочем месте провод только той фазы, на которой выполняется работа. При этом запрещается приближаться к проводам остальных, незаземленных фаз на расстояние менее указанного в графе 2 табл.4.1.

При прочих работах на ВЛ напряжением 35 кВ и выше, а также при всех работах на ВЛ напряжением ниже 35 кВ на рабочем месте заземляются провода всех фаз.

На одноцепных ВЛ заземление на рабочем месте необходимо накладывать на опоре, на которой производится работа, или на соседней. Допускается наложение заземлений с двух сторон участка ВЛ, на котором работает бригада, при условии, что расстояние между заземлениями не превышает 2 км.

При выполнении работы на проводах ВЛ в пролете пересечения с другой ВЛ, находящейся под напряжением, заземление необходимо накладывать на опоре, где производится работа.

Если в этом пролете подвешиваются или заменяются провода либо тросы, то с обеих сторон от места пересечения заземляются как подвешиваемый, так и заменяемый провод, трос.

При работе на изолированном от опоры молниезащитном тросе или на конструкциях опоры, когда требуется приближение к этому тросу на расстояние менее 1,0 м, трос заземляется. Заземление накладывается с опоры в сторону пролета, где трос изолирован, или на этом пролете.

Если на этом пролете предусмотрена плавка гололеда, перед началом работы трос должен быть отключен и заземлен с тех сторон, откуда на него может быть подано напряжение.

Перед разрывом электрической цепи на рабочем месте (рассоединение проводов, тросов, отключение секционирующего разъединителя) заземление накладывается по обе стороны разрыва.

Переносные заземления следует присоединять: на металлических опорах - к их элементам, на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками - к этим спускам после проверки их целостности.

На железобетонных опорах допускается присоединять переносное заземление к арматуре или к металлическим элементам опоры, имеющим металлическую связь с арматурой.

В электросетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью при наличии повторного заземления нулевого провода допускается присоединять переносные заземления к нулевому проводу.

Места присоединения переносных заземлений к заземляющей проводке или к конструкциям должны быть очищены от краски.

На всех ВЛ переносное заземление на рабочем месте можно присоединить к специальному заземлителю, погруженному в грунт на глубину не менее 0,5 м, или в зависимости от местных условий к заземлителям других типов.

На ВЛ напряжением до 1000 В при работах, выполняемых с опор либо с телескопической вышки без изолирующего звена, заземление накладывается как на провода ремонтируемой линии, так и на все подвешенные на этих опорах провода, в том числе провода радиотрансляции и телемеханики.

На ВЛ при подвеске проводов на разных уровнях заземление накладывается снизу вверх, начиная с нижнего провода, а при горизонтальной подвеске - начиная с ближайшего провода.

При выполняемых с опор работах на проводах (тросах) ВЛ, проходящей в зоне наведенного напряжения, или на отключенной цепи многоцепной ВЛ, остальные цепи которой находятся под напряжением, заземления накладываются на каждой опоре, где производится работа.

Работы на ВЛ в зоне наведенного напряжения требуют повышенных мер электробезопасности. При этом зоной наведенного напряжения считается - зона вдоль ВЛ переменного тока 110 кВ и выше в виде участка земли и воздушного пространства, ограниченная по обе стороны вертикальными плоскостями, отстоящими от оси ВЛ на расстоянии менее: 100 м - для ВЛ 110 кВ; 150 м - для ВЛ 150 - 220 кВ; 200 м - для ВЛ 330 - 500 кВ.

В зоне наведенного напряжения при работе на проводах (тросах), выполняемых с не имеющей изолирующего звена телескопической вышки или другого механизма для подъема людей, их рабочие площадки соединяются посредством переносного заземления с проводом (тросом), а сама вышка или механизм заземляются. Провод (трос) при этом должен быть заземлен на ближней опоре.

На ВЛ накладывать переносные заземления и включать установленные на опорах заземляющие ножи должны лица из оперативного и оперативно-ремонтного персонала, одно из которых - производитель работ с группой по электробезопасности не ниже IV на ВЛ напряжением выше 1000 В и с группой не ниже III на ВЛ напряжением до 1000 В, а второе лицо - член бригады, имеющий группу не ниже III. Снимать переносные заземления допускается двум лицам, имеющим группу не ниже III.

При наложении и снятии заземлений одно из двух лиц, выполняющих эти операции, в том числе и производитель работ, может оставаться на земле.

Отключать заземляющие ножи разрешается одному лицу с группой по электробезопасности не ниже III из оперативного или оперативно-ремонтного персонала.

Тема 3.4. Организация работ под напряжением в электроустановках

Работы без снятия напряжения на токопроводящих частях и вблизи них следует выполнять не меньше как двум работникам, из которых руководитель работ должен иметь группу IV, другие - группу III.

Во время работы в электроустановках напряжением **до 1кВ** без снятия напряжения на токопроводящих частях или вблизи от них необходимо:

- оградить расположенные вблизи рабочего места другие токопроводящие части, которые находятся под напряжением, и к которым возможно случайное прикосновение;
- работать в диэлектрической обуви, стоя на изолирующей подставке или на диэлектрическом ковре;
- применять инструмент с изолированными ручками (у отверток, кроме того, должен быть изолированный стержень); при отсутствии такого инструмента следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

В электроустановках напряжением **выше 1кВ** работы без снятия напряжения на токопроводящих частях и вблизи них следует выполнять с применением средств защиты для изоляции работника от токопроводящих частей или от земли. В случае изоляции работника от земли работы следует выполнять согласно специальных инструкций или технологических карт, в которых предусмотрены необходимые меры безопасности.

Не допускается работать в одежде с короткими или засученными рукавами, а также использовать ножовки, напильники, металлические метры и т.п.

Во время выполнения работ без снятия напряжения на токопроводящих частях при помощи изолирующих средств защиты необходимо:

- держать изолирующие части средств защиты за рукоятки до ограничительного кольца;
- размещать изолирующие части средств защиты так, чтобы не возникла опасность перекрытия по поверхности изоляции между токопроводящими частями двух фаз или замыкания на землю;
- пользоваться только сухими и чистыми изолирующими частями средств защиты с неповрежденным лаковым покрытием. В случае выявления нарушений лакового покрытия или других неисправностей изолирующих частей средств защиты пользование ими запрещается.

В процессе работы с применением электрозачитных средств (изолирующие штанги и клещи, электроизмерительные клещи, указатели напряжения) допускается приближение работника к токопроводящим частям на расстояние, которое определяется длиной изолирующей части этих средств.

Без применения электрозачитных средств запрещается касаться изоляторов электроустановки, которая находится под напряжением.

Заносить длинные предметы (трубы, стремянки и тому подобное) и работать с ними в РУ, в которых невозможно случайное прикосновение к частям, которые находятся под напряжением, требуется вдвоем под постоянным наблюдением руководителя работ.

Стремянки, которые применяются для ремонтных работ, должны быть изготовлены по ГОСТ или ТУ на них. Опорная часть стремянок, которые устанавливаются на гладких поверхностях, должна быть оббита резиной, а на опорных частях стремянок, которые устанавливаются на земле, должны быть острые металлические наконечники. Стремянки должны верхним концом надежно опираться на крепкую опору. В случае необходимости опереть стремянку на провод, она должна быть оборудована крючками в верхней части. Связанные стремянки применять запрещается.

В случае установления приставных стремянок на подкрановых балках, элементах металлических конструкций и тому подобное необходимо надежно закрепить верхушку и низ стремянки на конструкциях.

В процессе обслуживания и ремонта электроустановок применение металлических стремянок запрещается.

Работу с применением стремянок выполняют два работника, один из которых находится снизу.

Стоя на ящиках и других посторонних предметах выполнять работы запрещается.

Работы на ВЛ в зоне наведенного напряжения, связанные с прикосанием к проводу (тросу), спущенному с опоры до земли, должны выполняться с применением электрозачитных средств (перчатки, штанги) или с металлической площадки, соединенной для выравнивания потенциала проводником с этим проводом (тросом).

Допускается выполнение работ с земли без применения электрозачитных средств и металлической площадки при условии наложения заземления на провод (трос) непосредственно поблизости каждого места прикосновения, но не далее чем за 3 м от места работы.

Во время приближения грозы следует прекратить все работы на ВЛ, и в ОРУ, а в ЗРУ - работы на вводах и коммутационной аппаратуре, непосредственно соединенной с воздушными линиями.

Во время снегопада, дождя, тумана запрещаются работы, которые требуют применения защитных изолирующих средств. В случае обнаружения замыкания на землю в электроустановках от 6 до 35 кВ запрещается приближаться на расстояние, меньше чем 4 м - в закрытых и меньше чем 8 м - в открытых РУ и на ВЛ. Ближе приближаться можно только для выполнения операций с коммутационной аппаратурой для ликвидации замыкания на землю, а также в случае необходимости высвобождения людей, которые попали под напряжение, и предоставление им первой помощи. В этих случаях обязательно следует пользоваться как основными, так и дополнительными электрозачитными средствами. Работникам следует помнить, что после исчезновения напряжения с электроустановки оно может быть подано опять без предупреждения.

Установление и снятие предохранителей, как правило, проводится при снятом напряжении.

Под напряжением, но без нагрузки допускается снимать и устанавливать предохранители на присоединениях, в схеме которых отсутствуют коммутационные аппараты, которые позволяют снять напряжение.

Под напряжением и под нагрузкой в осветительных сетях и во вторичных цепях допускается снимать и устанавливать предохранители трансформаторов напряжения, предохранители пробкового типа.

Во время снятия и установления предохранителей под напряжением необходимо пользоваться:

- в электроустановках напряжением более 1000 В - изолирующими клещами (штангой), диэлектрическими перчатками и защитными очками (маской);

- в электроустановках до 1000 В - изолировочными клещами или диэлектрическими перчатками, а в случае наличия открытых плавких вставок, также и защитными очками (маской).

Выключать и включать разъединитель, и выключатели напряжением более 1кВ с ручным приводом следует в диэлектрических перчатках.

В темное время суток участки работ, рабочие места и подходы к ним должны освещаться. Освещенность должна быть равномерной, без ослепительного действия на работников осветительных устройств. Запрещается выполнение работ в неосвещенных местах.

Все работники, которые находятся в помещениях с действующим электрооборудованием электростанций и подстанций (за исключением щитов управления релейных и им подобных помещений), в ЗРУ, ВРУ, в колодцах, тоннелях и траншеях обязаны пользоваться защитными касками.

Во время выполнения земляных, сварочных, подрывных работ, работ с применением специальных подъемников, грузоподъемных, землеройных машин и других механизмов в охранительной зоне действующих ВЛ и КЛ следует руководствоваться соответствующими правилами и нормами безопасного выполнения этих видов работ. Выполнение работ в электроустановках с использованием специальных приспособлений, машин и механизмов следует осуществлять по технологическим картам и ППР.

Раздел 4. Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах

Тема 4.1. Источники электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов. Их действие на человека

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа (0,5час).

К источникам высокочастотных излучений (от 3 кГц до 300 ГГц) относятся функциональные передатчики - источники электромагнитного поля в целях передачи или получения информации. Это коммерческие передатчики (радио, телевидение), радиотелефоны (авто-, радиотелефоны, радио СВ, любительские радиопередатчики, производственные радиотелефоны), направленная радиосвязь (спутниковая радиосвязь, наземные релейные станции), навигация (воздушное сообщение, судоходство, радиоточка), локаторы (воздушное сообщение, судоходство, транспортные локаторы, контроль за воздушным транспортом). Сюда же относится различное технологическое оборудование, использующее сверхвысокочастотное (СВЧ) излучение, переменные (50 Гц - 1 МГц) и импульсные поля:

- сварочные установки;
- плавильные печи;
- установки для закалки,ковки, пайки металлов (установки индукционного нагрева);
- установки для сушки, склейки, спекания неметаллических материалов (установки диэлектрического нагрева).

Бытовое оборудование (СВЧ-печи), средства визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторы ПК, телевизоры и пр.). Для научных исследований в медицине применяют токи ультравысокой частоты.

Классификация высокочастотных излучений приведена в табл.4.1.

Таблица 4.1 - Классификация опасных и вредных излучений

Род излучения, название диапазона длин волн	Диапазон		Название диапазона частот
	длин волн	частот, Гц	
<i>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ</i>			
Радиоволны:			Радиочастоты:
Мириаметровые	100 000 -10 км	$3 \cdot 10^4$	Очень низкие частоты (ОНЧ)
Километровые	10-1км	$3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$	Низкие частоты (НЧ)
Гектометровые	1000-100м	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$	Средние частоты (СЧ)
Декаметровые	100-10м	$3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$	Высокие частоты (ВЧ)

Метровые	10-1м	$3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8$	Очень высокие частоты (ОВЧ)
Дециметровые	100 -10см	$3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^9$	Ультравысокие частоты (УВЧ)
Сантиметровые	10-1 см	$3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10}$	Сверхвысокие частоты (СВЧ)
Миллиметровые	10-1 мм	$3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{11}$	Крайне высокие частоты (КВЧ)
Децимиллиметровые	1 - 0,1мм	$3 \cdot 10^{11} - 3 \cdot 10^{12}$	Сверхкрайне высокие частоты (СКВЧ)
<i>Излучения оптического диапазона:</i>			
Инфракрасные волны	100-0,76 мкм	$3 \cdot 10^{12} - 3,9 \cdot 10^{14}$	
Видимый свет	0,76 - 0,39 мкм	$3,9 \cdot 10^{14} - 7,7 \cdot 10^{14}$	
Ультрафиолетовые волны	0,39 - 0,001мкм	$7,7 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{17}$	
<i>Ионизирующие излучения:</i>			
Рентгеновское излучение	0,001- $1 \cdot 10^{-6}$ мкм	$3 \cdot 10^{17} - 3 \cdot 10^{20}$	
Гамма-излучение	$1 \cdot 10^{-6}$ мкм и менее	$3 \cdot 10^{20}$ и более	
КОРПУСКУЛЯРНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ Альфа-, бета-лучи, нейтроны, протоны и др.			

Степень биологического воздействия электромагнитных полей на организм человека зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля, режима его генерации (импульсное, непрерывное), длительности воздействия. Биологическое воздействие электромагнитных полей разных диапазонов неодинаково. Чем короче длина волны, тем большей энергией она обладает. Высокочастотные излучения могут ионизировать атомы или молекулы в соматических клетках - и т.о. нарушать идущие в них процессы. А электромагнитные колебания длинноволнового спектра хоть и не выбивают электроны из внешних оболочек атомов и молекул, но способны нагревать органику, приводить молекулы в тепловое движение.

Организм человека обладает *терморегуляцией* – способностью поддерживать температуру тела в заданных пределах, независимо от внешних условий и тяжести работы. Если человек поглощает много энергии, то при определенных условиях терморегуляция нарушается – человек теряет способность рассеивать избыточное тепло и происходит повышение температуры тела человека.

Кроме того, у человека есть органы, изначально обладающие слабой терморегуляцией – они более чувствительные к излучениям (глаза, мозг, почки, кишечник). Перегрев органов и тканей приводит к их заболеванию. В результате наблюдается:

- торможение рефлексов;
- понижение кровяного давления;
- замедление сокращения сердца;
- изменение состава крови;
- замутнение хрусталика глаза;
- головные боли;
- сонливость;
- повышенная утомляемость, раздражительность.

Таким образом, возникающие при использовании высокочастотных токов электромагнитные поля представляют определенную профессиональную вредность, поэтому необходимо принимать меры защиты от их воздействия на организм.

Общая структура мер защиты от воздействия электромагнитных излучений радиочастот и СВЧ представлены в табл.4.2.

Таблица 4.2 - Структура мер защиты от действия электромагнитных излучений радиочастот и СВЧ

Наименование мероприятий	Коллективная защита	Индивидуальная защита
Организационные		
- защита временем	Разработка оптимального режима труда и отдыха коллектива с минимальным временем облучения ЭМИ	Ограничение по времени пребывания в ЭМП
- защита расстоянием	Рациональное размещение излучающих объектов (удаление, подъем антенн, изменение направленности и т.д.) и рабочего места	Организация рабочего места подальше от источника излучения
-информационные	Применение средств наглядного предупреждения о наличии ЭМП: вывешивание плакатов, памяток, ограждение рабочего места, цветовая информация	Ограждение рабочего места, цветовая информация
Инженерно-технические		
- экранирование источников излучения	Установка экранов вокруг источника	Экранирование рабочего места
- экранирование облучаемых объектов	Экранирование рабочего места	Экранирующие костюмы, радиозащитные халаты, перчатки, щитки очки
Лечебно-профилактические		
	Проведение лекций по безопасности труда при работе с источниками ЭМИ	Проведение медицинского освидетельствования при приеме на работу; периодические медосмотры; проведение инструктажа при приеме на работу; оздоровительные мероприятия в санаториях и профилакториях.

Тема 4.2. Методы и средства коллективной защиты от электромагнитных излучений

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с разбором конкретных ситуаций (0,5час).

Наряду с проведением защитных мероприятий, имеющих общий характер, существует ряд специальных мероприятий. Так, в ряде случаев защитные меры от электромагнитных излучений (ЭМИ) радиочастотного диапазона (РЧ) и СВЧ-излучения включают ограничение работы источников по углу места и азимуту, а также необходимость подъема диаграммы направленности или антенны. Этот метод предполагает проведение дополнительных строительных и инженерных работ: создание насыпей и т. д., а вследствие подъема антенны или угла наклона диаграммы направленности многие характеристики радиоизлучающего объекта могут измениться.

При организации инженерно-технических мер защиты от ЭМИ РЧ и СВЧ всегда надо учитывать принципы, на основе которых действуют те или иные защитные средства, устройства, конструкции. В этих случаях основными принципами являются сквозное и дифракционное затухание и радиопоглощение.

Сквозное затухание обусловлено проникновением электромагнитной энергии через какой-либо материал или изделие из этого материала. Наибольшим сквозным затуханием обладают сплошные металлические экраны.

Однако для конкретных целей выбор толщины материала защиты диктуется только экономическими соображениями. Поэтому предпочтение отдается тонкой металлической фольге в несколько сотых миллиметра либо сетчатым экранам.

Защита, основанная на принципе радиопоглощения, применяется при невозможности применения каких-либо других защитных материалов вследствие возможного нарушения технологического процесса. Используемые радиопоглощающие материалы должны отвечать

следующим требованиям: максимальное поглощение электромагнитных волн в широком частотном диапазоне, минимальное отражение, отсутствие вредных испарений, пожаробезопасность, небольшие габариты и вес.

По максимальному поглощению и минимальному отражению лучшими качествами обладают материалы с ячеистой структурой, пирамидальной или шиповидной поверхностью.

Радиопоглощающие материалы разделяются на материалы интерференционного типа, где гашение электромагнитных волн происходит за счет интерференции, и материалы, в которых электромагнитная энергия превращается в тепловую за счет наведения рассеянных токов, магнитогистерезисных или высокочастотных диэлектрических потерь. По электрическим и магнитным свойствам различают диэлектрические и магнитодиэлектрические материалы, по рабочему диапазону частот поглощения – узко- и широкодиапазонные. Со стороны, не подлежащей облучению, радиопоглощающие материалы покрываются, как правило, радиоотражающими, в результате чего характеристики всей радиоэкранирующей конструкции во многом улучшаются.

В качестве защиты от ЭМИ возможно использование лесонасаждений, что также основано на радиопоглощении. Защитный эффект лесонасаждений наиболее выражен, когда они находятся в непосредственной близости от защищаемого объекта. При этом учитывается только степень сквозного затухания. При большой протяженности объекта в глубину и густой защитной полосе из высоких деревьев необходимо учитывать дифракционное затухание.

При нахождении источников СВЧ и РЧ внутри помещений защиту целесообразно проводить в местах проникновения электромагнитной энергии из экранирующих кожухов, улучшать методы радиогерметизации стыков и сочленений, применять насадки с радиопоглощающей нагрузкой. При внешних источниках применяются различные защитные изделия из радиоотражающих материалов: металлизированные обои, металлизированные шторы, сетки на окнах и другие. Наибольшей эффективностью эти защитные средства обладают в СВЧ диапазоне, на более низких частотах их применение ограничено дифракцией.

В некоторых случаях для защиты от излучений внешних источников используют специальные коридоры со стенками из радиоотражающих материалов (листовой алюминий, латунная сетка и т.п.). Оценку эффективности перечисленных коллективных средств защиты производят по степени сквозного и дифракционного затуханий.

Тема 4.3. Средства индивидуальной защиты от электромагнитных излучений

Индивидуальные средства защиты могут конструироваться по принципу тотальной (комбинезоны в комплекте со шлемами, масками, бахилами, перчатками) либо локальной защиты (очки, фартуки, шлемы, капюшоны и др.). Сам принцип использования СИЗ предусматривает их непродолжительное ношение, как правило, при аварийных ситуациях, испытаниях радиоизлучающих средств, выполнении ремонтных работ в зоне облучения при невозможности остановки аппаратуры, генерирующей ЭМИ.

В основе использования средств индивидуальной защиты от ЭМИ лежат принципы сквозного затухания. Экранирующие свойства тканей определяются удельным содержанием металлизированных нитей в основе и утке. Характер взаимного расположения нитей в виде решетки обуславливает способность ткани защищать от ЭМИ различных поляризаций. До настоящего времени у нас в стране было разработано два типа защитной ткани: с открытой и скрытой металлизацией.

Ткань первого типа изготавливается из хлопчатобумажных нитей, на которые накручивается металлическая фольга. Сплетенная из таких нитей ткань имеет металлический блеск. Хотя некоторые ткани имеют достаточные экранирующие свойства, они не нашли широкого применения, так как костюмы из них, с одной стороны, производят нежелательное психологическое воздействие на окружающих, с другой стороны - человек в этом костюме ощущает в электрических полях легкое покалывание током, вызывающее неприятные ощущения. Увеличивается опасность электротравм.

Защитная ткань второго типа имеет скрытую металлизацию. В этом случае тонкая прочная микропроволока вплетается внутрь хлопчатобумажной нити. Изготовленная из таких нитей ткань не имеет недостатков, присущих ткани с открытой металлизацией, и по внешнему виду не отличается от обычной.

До последнего времени широко применялась ткань В-1. По основе она содержит на 10 см длины 320 нитей. Из них каждые 2 нити из 3 имеют внутри микропровод. По утку на 10 см содержится 210 нитей, каждая из которых имеет внутри микропровод. Данная ткань ослабляет сантиметровые волны примерно на 23,5 - 23,93 дБ (в 225 - 241раз). На более высокой частоте облучения степень защиты уменьшается, поэтому верхняя граница применения средств индивидуальной защиты из такого материала составляет несколько десятков ГГц, нижняя - 0,3-0,6 ГГц. Эти ограничения в ГГц-

диапазоне связаны с тем, что не обеспечивается достаточный контакт между проводниками ткани, а в МГц-диапазоне - появлением резонансных изменений величины затухания при соизмеримости длины волны излучения с размерами одежды. В некоторых случаях с целью повышения эффективности защиты, места швов отдельных элементов одежды пропитывают электропроводящей массой или клеем. В последнее время разработана новая радиоэкранирующая ткань типа «Восход» на основе полимерных волокон с покрытием из меди, никеля и других металлов.

К индивидуальным средствам локальной защиты можно отнести шлем, маски, очки, которые применяются как отдельно, так и в комплексе с другими средствами индивидуальной защиты. Линзы очков изготавливают из специального стекла (например, покрытого двуокисью олова), вырезанные в виде эллипсоидов с размером полукруга 25x17 мм и вставленные в оправу из пористой резины с вшитой в нее металлической сеткой.

Для изготовления защитного стекла можно использовать различные материалы. Это зависит от степени их оптической прозрачности и защитных свойств для определенных частот ЭМИ. Защитные свойства очков оцениваются по степени затухания примененного стекла. Следует иметь в виду, что защиту очками до 10 дБ можно получить лишь на частоте излучения более 3 ГГц. При более низких частотах (менее 1-2 ГГц) они бесполезны.

Защитные маски изготавливаются из любого светопрозрачного материала с включением в него каких-либо радиоотражающих структур: напыление металлом, пленки из окислов металлов, покрытие из металлизированных сеток.

С целью обеспечения дыхания и теплообмена в защитной маске по ее периметру делают перфорационные отверстия, размер и частота которых должны соответствовать определенным значениям. Для повышения затухания ЭМИ перфорационным материалом внутреннюю поверхность отверстий по всей толщине маски покрывают радиозащитным материалом.

Чтобы обеспечить необходимую эффективность защиты, шлемы, фартуки, куртки, бахилы и другие элементы локальной защиты изготавливают с учетом всех требований сквозного, дифракционного затухания.

При этом необходимо иметь в виду, что защитные свойства материалов, защищающих от ЭМИ, и изделий из них - не одно и то же. Это связано с различными радиочастотными свойствами защитных изделий в целом, наличием мест стыков отдельных частей конструкций. Неизбежным является появление резонансных эффектов, свойственных различным неровностям на изделиях, размеры которых кратны длине волны действующего ЭМИ. Исходя из этого, сквозное затухание какого-либо исходного экранирующего материала всегда больше его сквозного затухания в готовой конструкции.

Раздел 5. Обеспечение пожарной безопасности в электроустановках

Тема 5.1. Основные причины пожаров в электроустановках

Все вещества и материалы с точки зрения пожароопасности разделяются на:

- горючие;
- трудногорючие;
- негорючие.

Горючими в электроустановках являются:

- изоляционные масла в выключателях и трансформаторах,
- изоляционная резина,
- пластмассы,
- лаки,
- бумажная и полиэтиленовая изоляция кабелей,
- водород, применяемый для охлаждения генераторов и синхронных компенсаторов и выделяющийся при заряде аккумуляторных батарей.

Горючие вещества и материалы обладают различной способностью горения (например, жидкости горят лучше, чем твердые материалы). Горючесть материала характеризуют:

- **температура вспышки** – минимальная температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары или газы, которые способны вспыхнуть в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для устойчивого горения;

- **температура воспламенения** – минимальная температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары или газы, способные загореться устойчиво;

- **температура самовоспламенения** – наименьшая температура, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермической реакции, приводящее к возникновению горения без внешнего

источника зажигания. Самовозгораться могут: каменный уголь, опилки, промасленные обтирочные материалы и т.д.

При определенных обстоятельствах может произойти взрыв. **Взрыв** – чрезвычайно быстрый процесс горения с выделением газов огромной энергии, способных производить разрушения.

Время для взрыва газов ≈ 0.1 сек; для паров жидкостей ≈ 0.2 сек; для пыли ≈ 0.5 сек.

Основными причинами пожаров в электроустановках являются:

- короткие замыкания в электрических сетях, машинах и аппаратах;
- токовые перегрузки;
- перегревы мест соединения токопроводящих частей из-за больших переходных сопротивлений;
- электрическая дуга и искрения;
- воспламенения горючих материалов, находящихся возле электроприемников, оставленных без присмотра и др.

Короткие замыкания возникают в результате нарушения изоляции токопроводящих частей, механических воздействий, увлажнения, воздействия химически активных веществ. Короткие замыкания могут возникнуть от перегрузки сетей током. Под воздействием большого рабочего тока, на который изоляция проводов и обмоток не рассчитана, возникает ее перегрев, пробой и короткое замыкание. При этом мгновенно увеличивается ток во всех элементах электрической цепи и начинает выделяться большое количество теплоты. Электропроводка не в состоянии отдать эту теплоту в окружающую среду: происходит ее воспламенение.

Перегрузки и короткие замыкания недопустимы в любых случаях. Для их предотвращения необходимо, чтобы конструктивные параметры сетей (марка проводов и кабелей, прокладка, сечение жил, исполнение, класс изоляции машин и т.п.) соответствовали электрическим параметрам (току, напряжению, нагрузке). Следует строго соблюдать периодичность и качество осмотров, ремонтов и испытаний электрооборудования.

Не менее опасны перегревы в местах больших переходных сопротивлений из-за плохих контактов в соединениях (окисление мест соединения, неплотное прилегание проводов к зажимам и контактам электроприборов). Чтобы перегревы не происходили, необходимо тщательно зачищать контакты, применять заводские наконечники и оконцеватели проводов, обеспечивать плотное прилегание контактов.

Электрические дуги (температура 3000°C и более) и искрения возникают во время коммутационных переключений или при ошибочных операциях с коммутационной аппаратурой, при разрядах статического электричества, атмосферных перенапряжениях. Для предупреждения загорания применяют дугогасящие устройства, разрядники, заземление. Все оперативные переключения в электроустановках выполняют в строгом соответствии с правилами безопасности и эксплуатации.

Тема 5.2. Противопожарные мероприятия на промышленных предприятиях

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с разбором конкретных ситуаций (1 час).

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия.

Пожарная безопасность промышленного предприятия, технологического процесса, оборудования обеспечивается мероприятиями пожарной профилактики. Под пожарной профилактикой понимается комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на предотвращение взрывов и пожаров, на их локализацию и создание условий для успешного тушения пожаров.

Основой для организации противопожарных мероприятий на промышленных предприятиях являются:

- технологические процессы;
- используемые вещества и их агрегатное состояние;
- энергоемкость технологических процессов;
- используемое электрооборудование;
- класс пожароопасности помещений (табл.5.1, 5.2).

Таблица 5.1. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 килопаскалей, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
Б взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
В1 — В4 пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б.
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Таблица 5.2. Классификация пожароопасных зон

Класс пожарной опасности	Место нахождения зоны и ее характеристики
П-I	зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С
П-II	зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с НКПВ более 65 г/м ³ к объему воздуха
П-IIa	зоны в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 МДж на квадратный метр
П-III	зоны, расположенные вне помещения, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С или твердые горючие вещества



Пример плаката:

Основные требования пожарной безопасности регламентированы «Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий» [1].

Рассмотрим основные противопожарные мероприятия для промышленных предприятий.

Рабочие места, проходы и проезды необходимо содержать в чистоте. Промасленный обтирочный материал способен самовозгораться. Поэтому в помещениях устанавливают закрытые металлические ящики с отделениями для чистого и использованного обтирочного материала. Последний удаляют из цеха ежедневно.

В цехах запрещается хранить бензин, керосин, спирт, масло, нитрокраски, другие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. Смазочное масло в количестве суточного потребления хранят в масленках в специальных металлических бачках или шкафах вблизи рабочего места.

Для хранения спецодежды выделяют специальные помещения. Во избежание самовозгорания промасленную одежду развешивают в развернутом виде. В карманах нельзя оставлять промасленные тряпки. Нельзя бросать и оставлять спецодежду на верстаках, ящиках и рабочих местах.

В каждом цехе на случай возникновения пожара обеспечивается возможность быстрой и безопасной эвакуации людей через эвакуационные выходы — двери, ворота, проходы. Выходы считаются эвакуационными, если они ведут из помещений: первого этажа непосредственно наружу; в соседние помещения того же этажа, имеющие выход наружу непосредственно или через лестничные клетки; в проход или коридор с непосредственным выходом наружу или через лестничную клетку.

На пожаро и взрывоопасных участках предприятия вывешивают предупреждающий плакат «Курить запрещается». Курение разрешается только в специально отведенных местах, где имеются урны или бочки с водой для окурков. В этих местах устанавливают надпись «Место для курения».

Особое внимание уделяют исправности и пожаробезопасности электрохозяйства. За состоянием электропроводок, электроустановочных изделий (выключателей, патронов, штепсельных разъемов, розеток, кнопок, предохранителей, автоматов), электрических машин и аппаратов должно быть регулярное наблюдение электротехнического персонала. Неисправности, которые могут вызвать искрения, нагревание, короткие замыкания, необходимо немедленно устранять.

Защитное заземление или зануление должно быть исправно (проверяется целостность соединений, отсутствие коррозии в местах соединений, плотность контактов). По условиям пожаробезопасности сопротивление изоляции контролируется особо тщательно: измерение производится 2 раза в год в помещениях с повышенной опасностью и один раз в год — без повышенной опасности. Протоколы измерения сопротивления изоляции, заземлений или занулений должны находиться в цеху или лаборатории.

Недопустимы провисания проводов, соприкосновение их между собой и с конструктивными частями, сети - времянки (за исключением ремонтных работ).

В условиях эксплуатации присоединение новых электродвигателей, ламп, нагревательных приборов или замена существующих более мощными разрешается только с ведома лица, ответственного за электрохозяйство, и с учетом пропускной способности сети (проводов, контактов, штепселей, выключателей и т. п.).

За электрохозяйством следит не только электротехнический персонал. Каждый работник должен выполнять следующие требования:

- неисправное электрооборудование необходимо немедленно отключать;
- нельзя перегибать и скручивать электропровода или оттягивать светильники и электропроводку;
- для светильников не допускается применять абажуры из бумаги и горючих материалов без каркасов;
- запрещается использовать ролики, выключатели, штепсельные розетки для подвешивания плакатов, одежды, а также заклеивать или закрывать части электросети.

После окончания работы все электрохозяйство должно быть обесточено.

Тема 5.3. Основные принципы прекращения горения

Тушение пожаров основано на следующих основных принципах:

1. Интенсивное охлаждение зоны горения (компактной струей воды, перемешиванием горячей жидкости).
2. Ввод в зону горения инертных, негорючих газов (азот, диоксид углерода, продукты сгорания), водяного пара, распыленной воды. Горение прекращается из-за недостатка кислорода в горючей смеси.
3. Торможение реакции горения химическими веществами - замедлителями реакций (четырёххлористый углерод, тетрафтордибромэтан и др.). Горючее вещество соединяется с хлором, фтором и активные цепные реакции прекращаются.
4. Изоляция горючего вещества от кислорода воздуха пеной, порошковыми составами, покрывалами из негорючих материалов. Для этой же цели используют песок, землю.

Тема 5.4. Пожарная техника

Для тушения огня используют следующую пожарную технику (ГОСТ 12.4.009 - 96):

1. Огнетушители (воздушно-пенные, порошковые, бромэтиловые, химические пенные и др.);
2. Установки пожаротушения (водяные, паровые, пенные, порошковые);

3. Комплектное оборудование водопроводных сетей (наружные гидранты, пожарные краны внутри помещений, насосы, соединительные головки, присоединяющие рукава к гидранту, рукава, стволы); генераторы высокократной пены;

4. Пожарный инструмент (электро- и пневмоотбойные молотки, электро- и бензопилы, электродолбежники, багры, ломы, крюки, топоры, ножницы для резки решеток);

5. Инвентарь (бочки, ведра, пожарные щиты, асбестовое покрывало, ящики с песком, знаки пожарной безопасности).

В качестве спасательных устройств используют лестницы, веревки, матерчатые желоба.

Для оповещения о пожаре используют средства пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Основным элементом сигнализации — датчики сигналов о возникновении пожара (дымовые, световые, тепловые, ионизационные, ручные без кодового механизма).

5.4.1. Первичные средства тушения пожаров

Для успешной борьбы с возгораниями и начинающимися пожарами необходимо иметь в достаточном количестве и постоянной готовности первичные средства пожаротушения (ручные огнетушители) и уметь ими пользоваться.

В электроустановках широко применяют огнетушители:

- **углекислотные**. Типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 емкостью соответственно 2, 5, 8 л предназначены для тушения небольших загораний всех видов (на оборудовании, находящемся под напряжением для тушения ЛВЖ, аккумуляторных станций, горящего водорода, электродвигателей, приборов и аппаратуры).

Баллон 1 содержит жидкую углекислоту под давлением 3,6 МПа. Способ тушения основан на том, что углекислота, превращаясь при атмосферном давлении в углекислый газ большого объема, охлаждает пламя и снижает концентрацию кислорода в воздухе, поэтому ее применяют особенно эффективно в замкнутых пространствах. Раструб направляют на очаг пожара и открывают до конца маховик запорного вентиля 2. Основное количество углекислоты выбрасывается в первый момент включения огнетушителя. Маховичок 3 головки огнетушителя держат наверху, раструб — за ручку, чтобы не обморозить руки.

Углекислотные огнетушители осматривают один раз в месяц; массу баллона с углекислотой проверяют один раз в 3 месяца, так как возможны утечки через вентиль. Допускается применять углекислотные огнетушители вместе с другими средствами пожаротушения — водой, воздушно-механической пеной. После работы огнетушителя закрытые помещения необходимо проветривать;

- **углекисотно-бромэтиловые** огнетушители. Типа ОУБ-7 имеет баллон емкостью 7 л., в котором содержится смесь бромистого этила (97 %) и жидкой углекислоты (3 %). Состав находится под давлением сжатого воздуха (для тушения всех видов);

- **порошковый** огнетушитель. Типа ОПС-10 в качестве огнегасительного средства используют сухой порошок (углекислая сода). Сосуд, вместимостью 10 л (давление 15 мПа азот дополн.сосуд.);

- огнетушитель **химический пенный** ОХП-10 (стакан, содержащий смесь сернокислого окисного железа с серной кислотой, корпус огнетушителя заполнен щелочью). В результате химические реакции образуются двуокись углерода и обильная пена, находящаяся под большим давлением газа;

- ручной **воздушно-пенный** огнетушитель. Типа ОВП-5 и ОВП-10 заряжается 5 % раствором пенообразователя ПО-1 и снабжается дополнительным баллоном со сжатой двуокисью углерода.

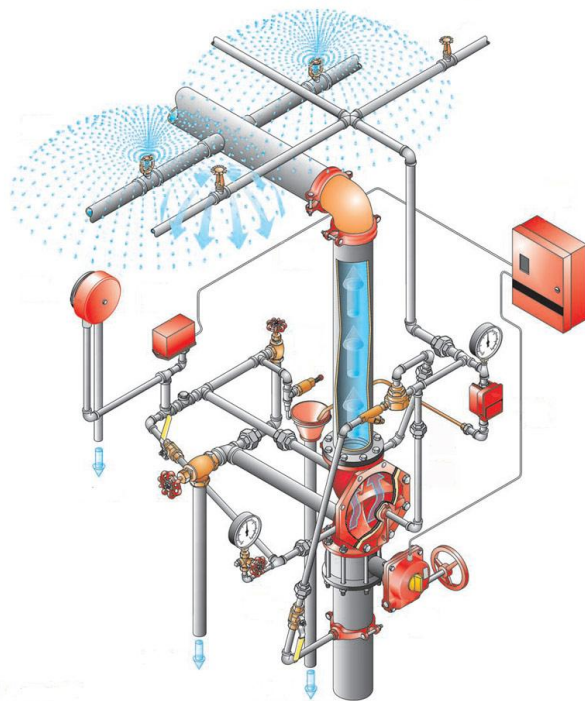
Песок используют для тушения небольших очагов воспламенения кабелей, электропроводки и горючих жидкостей: мазута, масла, красок и т. п. Хранят его в ящиках вместе с лопатой во всех цехах и производственных помещениях.

Войлок и асбестовое полотно набрасывают на горящую поверхность и изолируют ее от окружающей среды. Их используют также для защиты от огня оборудования, закрывания течей и отверстий в трубах с горючими материалами и хранят в металлических ящиках.

5.4.2. Установки пожаротушения

К установкам пожаротушения относят сплинкерные и дренчарные системы пожаротушения. Это разветвленная система водопровода с распылителями водных струй и воздушно-механической пены с помощью сплинкерных и дренчарных головок.

Сплинкерная распылительная головка имеет выходное отверстие, закрытое стеклянным клапаном, который удерживается замком из легкоплавкого металлического сплава. При возникновении пожара температура у головок увеличивается, замок расплавляется и освобождает клапан. Вода начинает орошать горящее вещество на площади 10-15 м². Одновременно с этим подается звуковой сигнал.



Дренчарные системы тоже состоят из разветвленного водопровода, по которому подаётся вода, как и в случае со сплинкерной системой. Единственным отличием в данном случае является отсутствие заглушек. Т.е. отверстия для выхода воды в этом случае открыты. Активация такой системы может происходить как в автоматическом режиме (например, при включении пожарной сигнализации), так и в ручном - посредством воздействия диспетчера, которому было сообщено о возникновении пожара.

Такая система тушения пожара отличается более массивным воздействием по сравнению со сплинкерной. В данном случае наблюдается более интенсивный водный поток, который способен подавить даже сильное возгорание. Поэтому, такие системы принято устанавливать в местах, где возможно

возникновение больших пожаров. К такими помещениям могут быть отнесены склады с легковоспламеняющимися веществами, промышленные помещения. В ряде случаев, такую систему устанавливают и в местах большого скопления людей.

Сплинкерные и дренчарные установки пожаротушения рекомендуют для защиты от пожара электрических машин. Трансформаторов, маслонаполненных аппаратов и т.д.

Тема 5.5. Особенности тушения пожара в электростанциях

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с разбором конкретных ситуаций (0,5час).

При возникновении пожара необходимо снять напряжение. При невозможности отключения электроустановки разрешается тушение пожара под напряжением. При этом необходимо соблюдать меры электробезопасности:

- руководителем тушения пожара является старший из числа дежурного электротехнического персонала или ответственный за электрохозяйство (до прибытия пожарной команды);
- отключение присоединений, на которых горит оборудование, производится дежурным электротехническим персоналом без предварительного получения разрешения вышестоящего лица, но с последующим уведомлением его по окончании операций отключения;
- тушение пожаров компактными и распыленными водяными струями без снятия напряжения с электроустановки допускается только в открытых для обзора ствольщика электроустановках, в том числе горящих кабелей при номинальном напряжении до 10 кВ. При этом ствол должен быть заземлен, а ствольщик должен работать в диэлектрических ботах и перчатках, и находится от очага пожара на расстоянии не менее 3,5 м при напряжении до 1кВ включительно и 4,5м при напряжении до 10кВ;
- не разрешается для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением, применять морскую и сильнозагрязненную воду. Тушение пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением, всеми видами пен с помощью ручных огнетушителей запрещается, так как пена и раствор пенообразователя в воде обладают повышенной электропроводностью. В исключительных условиях при надежном заземлении генератора высокократной пены и насосов пожарных машин разрешается тушение пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением до 10кВ, воздушно-механической пеной;
- при пожаре силовой трансформатор должен быть отключен со стороны обеих обмоток, после чего немедленно следует приступить к его тушению любыми средствами (распыленной водой, воздушно-механической пеной, огнетушителями). Горящее минеральное масло не следует тушить компактной струей во избежание увеличения площади пожара. При тушении пожара трансформаторов, установленных в камерах, необходимо принять меры к предупреждению распространения огня через вентиляционные и другие каналы. Вентиляция помещения в это время может включаться только по требованию пожарного подразделения.

Щиты управления электрических станций и подстанций напряжением до 0,4 кВ являются очень ответственной частью электроустановки, поэтому наибольшее внимание при тушении пожара должно уделяться сохранению установленной на них аппаратуры.

Тушение пожара электроустановок, не находящихся под напряжением, допускается любыми гасящими средствами, включая воду.

Для успешной борьбы с возгораниями и начинающимися пожарами необходимо иметь в достаточном количестве и постоянной готовности первичные средства пожаротушения и уметь ими пользоваться.

Песок используют для тушения небольших очагов воспламенения кабелей, электропроводки и горючих жидкостей: мазута, масла, красок и т. п. Хранят его в ящиках вместе с лопатой во всех цехах и производственных помещениях.

Войлок и асбестовое полотно набрасывают на горящую поверхность и изолируют ее от окружающей среды. Их используют также для защиты от огня оборудования, закрывания течей и отверстий в трубах с горючими материалами и хранят в металлических ящиках.

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Изучение основных факторов, влияющих на тяжесть поражения человека электрическим током	4	-
2	1.	Определение влияния режима электрической сети и ее нейтрали на условия электробезопасности	6	-
3	1.	Оказание первой помощи при поражении электрическим током	2	-
4	2.	Измерение сопротивления защитных проводников	4	-
5	2.	Натурное моделирование зануления электрооборудования	4	-
6	2.	Натурное моделирование защитного отключения электрической сети	4	-
ИТОГО			24	-

4.4. Семинары/ практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№, наименование разделов дисциплины	Компетенции Кол-во часов	Компетенции		Σ комп.	$t_{ср}$ час	Вид учебных занятий	Оценка результатов
		ОК-9	ПК-10				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Электрический ток – опасный и вредный фактор	40,5	+	+	2	20,25	Лк, ЛР	экзамен
2. Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока	48,5	-	+	1	48,5	Лк, ЛР	экзамен
3. Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок	12,5	-	+	1	12,5	Лк	экзамен
4. Защита от действия электромагнитных излучений радиочастого и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах	5,5	-	+	1	5,5	Лк	экзамен
5. Требования пожарной безопасности к электроустановкам	10	-	+	1	10	Лк	экзамен
Всего часов	117	20,25	96,75	2	58,5		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 360 с. - ISBN 978-5-4458-5746-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235424> (стр.87-105, 336-349);
2. Сибикин, Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - 8-е изд., испр. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 235 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4458-8880-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253964> (стр.41-46, 58-61, 98-117, 220-230).
3. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках. Утверждена приказом Минэнерго РФ от 30.06.2003. №21. Москва: ЭНАС, 2008.-96с.
4. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики РФ. Утверждены приказом Минэнерго РФ от 19.02.2000. №49. Москва: ЭНАС, 2006.-40с.
5. Инструкция по переключениям в электроустановках. – М.: «Издательство НЦ ЭНАС», 2005. Утверждена приказом Минэнерго РФ от 30.06.2003. №266. Москва: ЭНАС, 2005.-96с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид заяв- ля</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспечен- ность, (ЭКЗ./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 360 с. - ISBN 978-5-4458-5746-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235424	Лк, ПЗ	1 (ЭУ)	1
1	2	3	4	5
2.	Сибикин, Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - 8-е изд., испр. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 235 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4458-8880-2 ; То же [Электронный ресурс].- URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253964	Лк, ПЗ	1 (ЭУ)	1
Дополнительная литература				
3.	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс] : утверждены Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации 24.07.2013 / Российская Федерация. М-во труда и социальной защиты. - Москва : ЭНАС, 2014. - 105 с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Правила%20по%20охране%20труда%20при%20эксплуатации%20электрорустановок.2014.pdf	Лк, ПЗ	1 (ЭУ)	1
4	Сибикин Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: Учебник для вузов./ Ю.Д. Сибикин .-М., Академия, 2008.,-204с.	Лк, ПЗ	5	0,3
5.	Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч : учебное пособие / Е.Е. Привалов. - Ставрополь : Агрус, 2013. - Ч. 1. Воздействие электрического тока и электромагнитного поля на человека. - 132 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232922	Лк, ПЗ	1 (ЭУ)	1
6.	Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч : учебное пособие / Е.Е. Привалов. - Ставрополь : Агрус, 2013. - Ч. 2. Заземление электроустановок. - 140 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232923	Лк	1 (ЭУ)	1
7.	Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч : учебное пособие / Е.Е. Привалов. - Ставрополь : Агрус, 2013. - Ч. 3. Защита от напряжения прикосновения и шага. - 156 с. ; То же [Электронный ресурс].-URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232924	Лк, ПЗ	1 (ЭУ)	1
8.	Правила устройства электроустановок. – СПб.: Деан.2001.- 926с.	Лк, ПЗ	20	1
9.	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.:НЦ ЭНАС, 2003. – 298 с.	Лк	7	0,5
10.	Охрана труда в электроустановках/ под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.	Лк, ПЗ	61	1
11.	Манойлов В.Е. Основы электробезопасности./ В.Е.	Лк,	10	0,6

	Манойлов.– М.: Энергоатомиздат, 1991. – 480 с., ил.	ПЗ		
12.	Электротехнический справочник. 9-е изд. Т1. Раздел 19 «Электробезопасность». /Под ред. В.Г. Герасимова. –М.: «Издательство МЭИ», 2003.-440с.	Лк, ПЗ	6	0,4
13.	Электробезопасность. Теория и практика : учебное пособие / П. А. Долин [и др.]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : МЭИ, 2012. - 280 с.	Лк, ПЗ	10	0,6

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Лабораторная работа №1

Изучение основных факторов, влияющих на тяжесть поражения человека электрическим током

Цель работы:

1. Изучить основные факторы, влияющие на тяжесть поражения человека электрическим током.
2. Исследовать изменение сопротивления тела человека в зависимости от площади контакта при различной частоте электрического тока.

Задание:

1. Собрать электрическую схему на стенде для проведения измерений;
2. Снять зависимость силы тока через тело человека от частоты тока, $I_h(f)$;
3. Рассчитать электрическое сопротивление тела человека $Z_h = U/I_h$ при различной площади контактных поверхностей;
4. Построить зависимости тока через тело человека $I_h=f(f)$ и электрического сопротивления тела человека $Z_h(f) = U / I_h(f)$ от частоты при различной величине контактной поверхности S ;
5. На основании результатов измерений и расчетов сделать выводы.

Порядок выполнения:

С помощью сетевого шнура модуль «Устройство для исследования сопротивления тела человека» (код 341) подключается к трехпроводной электрической сети 220 В.

Оперируя кнопками на поле «ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ» по индикатору выставляются требуемые напряжение U и частота f .

Ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности $S=1250 \text{ мм}^2$ и с верхнего индикатора считывается величина тока I_h , протекающего через тело человека.

Затем ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности $S=2500 \text{ мм}^2$ и с верхнего индикатора считывается величина тока I_h , протекающего через тело человека.

Снимается зависимость силы тока через тело человека от частоты тока, $I_h(f)$. На основании полученных измерений производится расчет электрического сопротивления тела человека $Z_h = U/I_h$ при различной площади контактных поверхностей. Результаты измерений и вычислений занести в табл.1.

Таблица 1

$f, \text{Гц}$										
$S=1250 \text{ мм}^2$	$I_h, \text{мА}$									
	$Z_h, \text{кОм}$									
$S=2500 \text{ мм}^2$	$I_h, \text{мА}$									
	$Z_h, \text{кОм}$									

По завершении эксперимента питание «Устройства для исследования сопротивления тела человека» (код 341) отключается.

В соответствии с данными табл.1 построить зависимости тока через тело человека $I_h=f(f)$ и электрического сопротивления тела человека $Z_h(f) = U / I_h(f)$ от частоты при различной величине контактной поверхности S .

На основании расчетов сделать вывод о влиянии площади контактной поверхности и частоты на сопротивление человека.

Форма отчетности:

Результаты измерений и вычислений оформляются в форме отчета.

В отчете по лабораторной работе должны содержаться следующие пункты:

1. Наименование и цель работы.
2. Применяемые приборы и оборудование.
3. Расчетные формулы.
4. Таблицы с результатами измерений и вычислений.
5. Графические зависимости тока, протекающего через тело человека, от частоты $I_h=f(f)$ и электрического сопротивления тела человека от частоты $Z_h = f(f)$ при различной величине контактной поверхности S .
6. Анализ полученных зависимостей и выводы по результатам сделанной работы.
7. Подписанный преподавателем протокол экспериментальных измерений.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по темам 1.1, 1.3 раздела 1.

Основная литература : [1,2]

Дополнительная литература: [3, 5, 10, 14] .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дать определения и привести величины граничных токов (ощутимого, неотпускающего, фибрилляционного, смертельного) для постоянного и переменного напряжения.

2. Перечислить факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.
3. Охарактеризовать влияние частоты приложенного напряжения на исход поражения человека электрическим током
4. Охарактеризовать влияние сопротивления тела человека на исход поражения человека электрическим током
5. Охарактеризовать влияние путей прохождения тока через тело человека на исход поражения человека электрическим током
6. Охарактеризовать влияние условий окружающей среды на исход поражения человека электрическим током
7. Охарактеризовать влияние особенностей человека на исход поражения человека электрическим током

Лабораторная работа №2

Определение влияния режима электрической сети и ее нейтрали на условия электробезопасности

Цель работы:


Оценить опасность поражения электрическим током в зависимости от:

- напряжения и схемы питания электроустановок,
- режима нейтрали электрической сети,
- сопротивления элементов электрической сети,
- условий включения человека в цепь,
- режима работы электрической сети.

Задание:

1. Собрать электрическую схему на стенде для проведения измерений;
2. Снять зависимости тока через тело человека: $I_h = f(R_{из})$, $I_h = f(C)$, $I_h = f(R_{обуви})$, $I_h = f(R_{пола})$ для схемы сети с изолированной нейтралью;
3. Снять зависимости тока через тело человека: $I_h = f(R_{из})$, $I_h = f(C)$, $I_h = f(R_{обуви})$, $I_h = f(R_{пола})$ для схемы сети с глухозаземленной нейтралью;
4. Снять зависимости $I_h = f(R_{зам})$, $U_{пр} = f(R_{зам})$, $U_A = f(R_{зам})$ при замыкании фазы А на землю;
5. Полученные результаты отразить на графиках;
6. Сделать выводы по результатам сделанной работы

Порядок выполнения:

Необходимо убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания. Гнезда защитного заземления «» модулей, используемых в эксперименте, соединяются с гнездом «РЕ» источника G1. Между собой модули соединяются в соответствии с электрической схемой.

Смоделировать электрическую сеть с изолированной нейтралью. Для этого между гнездом нейтральной точки трансформатора и гнездом сопротивления заземлителя R_0 в блоке трехфазного трансформатора А2 должна отсутствовать перемычка.

Включить источник G1 и питание блока мультиметров P1.

Сопротивление замыкания на землю модуля А5 установить равным бесконечности $R_{зам} = \infty$ (т.е. сеть работает в нормальном режиме).

С помощью амперметра и вольтметров блока P1 снять следующие зависимости тока через тело человека: $I_h = f(R_{из})$, $I_h = f(C)$, $I_h = f(R_{обуви})$, $I_h = f(R_{пола})$. Измерения производятся при варьировании сопротивлений изоляции $R_A = R_B = R_C$ и емкости C фаз модели А3, а также сопротивления обуви $R_{обуви}$ и сопротивления пола $R_{пола}$ модели А4.

В процессе работы необходимо заполнить таблицы для нормального режима работы электрической сети ($R_{зам} = \infty$):

Зависимости $I_h = f(R_{пола})$, $U_{пр} = f(R_{пола})$

Режим работы нейтрали электрической сети	$R_{пола}$, кОм	1	100	900	2500
Изолированная	I_h , мА				
	$U_{пр}$, В				
Глухозаземленная	I_h , мА				
	$U_{пр}$, В				

Остальные параметры схемы:

- для **подгруппы 1**: $R_A = R_B = R_C = 1 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$; $R_{\text{обуви}} = 1 \text{ кОм}$.
- для **подгруппы 2**: $R_A = R_B = R_C = 10 \text{ кОм}$; $C = 0,2 \text{ мкФ}$; $R_{\text{обуви}} = 10 \text{ кОм}$.

Зависимость $I_h = f(R_{\text{обуви}})$

Режим работы нейтрали электрической сети	$R_{\text{обуви}}$, кОм	1	10	300	3000
Изолированная	I_h , мА				
Глухозаземленная	I_h , мА				

Остальные параметры схемы:

- для **подгруппы 1**: $R_A = R_B = R_C = 1 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$; $R_{\text{пола}} = 100 \text{ кОм}$.
- для **подгруппы 2**: $R_A = R_B = R_C = 10 \text{ кОм}$; $C = 0,2 \text{ мкФ}$; $R_{\text{пола}} = 2500 \text{ кОм}$.

Зависимость $I_h = f(R_{\text{из}})$

Сопротивление изоляции фаз	R_A , кОм	1	2	5	10	100	500	3000
	R_B , кОм	1	2	5	10	100	500	3000
	R_C , кОм	1	2	5	10	100	500	3000
Изолированная нейтраль	I_h , мА							
Глухозаземленная нейтраль	I_h , мА							

Остальные параметры схемы:

- для **подгруппы 1**: $R_{\text{обуви}} = 1 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$; $R_{\text{пола}} = 100 \text{ кОм}$.
- для **подгруппы 2**: $R_{\text{обуви}} = 10 \text{ кОм}$; $C = 0,2 \text{ мкФ}$; $R_{\text{пола}} = 2500 \text{ кОм}$.

Зависимость $I_h = f(C)$

Режим работы нейтрали электрической сети	C , мкФ	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Изолированная	I_h , мА							
Глухозаземленная	I_h , мА							

Остальные параметры схемы:

- для **подгруппы 1**: $R_{\text{обуви}} = 1 \text{ кОм}$; $R_A = R_B = R_C = 1 \text{ кОм}$; $R_{\text{пола}} = 100 \text{ кОм}$.
- для **подгруппы 2**: $R_{\text{обуви}} = 10 \text{ кОм}$; $R_A = R_B = R_C = 100 \text{ кОм}$; $R_{\text{пола}} = 2500 \text{ кОм}$.

Смоделировать электрическую сеть с глухозаземленной нейтралью. Для этого соединить перемычкой гнездо нейтральной точки трансформатора и гнездо сопротивления заземлителя R_0 в блоке трехфазного трансформатора А2.

Снять, аналогичные ранее снятым, зависимости тока через тело человека: $I_h = f(R_{\text{из}})$, $I_h = f(C)$, $I_h = f(R_{\text{обуви}})$, $I_h = f(R_{\text{пола}})$. Результаты занести в те же таблицы (строка «глухозаземленная»).

Снять все вышеперечисленные зависимости при замыкании фазы А на землю, когда на модуле А5 $R_{\text{зам}} = 2 \text{ кОм}$ (для **подгруппы 1**) и $R_{\text{зам}} = 10 \text{ кОм}$ (для **подгруппы 2**)

Снять зависимости $I_h = f(R_{\text{зам}})$, $U_{\text{пр}} = f(R_{\text{зам}})$, $U_A = f(R_{\text{зам}})$ при замыкании фазы А на землю, заполнить таблицу:

Режим работы нейтрали электрической сети	$R_{\text{зам}}$, кОм	2	5	10	50	100	200	500	1000	∞
Изолированная	I_h , мА									
	$U_{\text{пр}}$, В									
	U_A , В									
Глухозаземленная	I_h , мА									
	$U_{\text{пр}}$, В									
	U_A , В									

Остальные параметры схемы:

- для **подгруппы 1**: $R_{\text{обуви}} = 1 \text{ кОм}$; $R_A = R_B = R_C = 10 \text{ кОм}$; $R_{\text{пола}} = 100 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$.
- для **подгруппы 2**: $R_{\text{обуви}} = 10 \text{ кОм}$; $R_A = R_B = R_C = 100 \text{ кОм}$; $R_{\text{пола}} = 2500 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$.

По завершении эксперимента отключить источник $G1$ и блок мультиметров $P1$.

Все полученные результаты отразить на графиках, проанализировать, и сделать выводы о влиянии параметров в электрической сети с изолированной и глухозаземленной нейтралью на условия электробезопасности.

Снятые для различных режимов нейтрали зависимости сопоставить между собой и сделать вывод о влиянии режима работы нейтрали электрической сети на условия электробезопасности.

Форма отчетности:

Результаты измерений и вычислений оформляются в форме отчета.

В отчет по лабораторной работе вносится:

1. Наименование и цель работы.
2. Применяемые приборы и оборудование.
3. Электрическая схема измерений.
4. Заполненные таблицы с необходимыми расчетными формулами.
5. Графические зависимости $I_h = f(R_{из})$, $I_h = f(C)$, $I_h = f(R_{обуви})$, $I_h = f(R_{пола})$ для двух режимов работы нейтрали электрической сети (изолированной и глухозаземленной).
6. Графические зависимости $I_h = f(R_{зам})$, $U_{пр} = f(R_{зам})$, $U_A = f(R_{зам})$ при замыкании фазы A на землю для двух режимов работы нейтрали электрической сети (изолированной и глухозаземленной).
7. Выводы по результатам сделанной работы.
8. Подписанный преподавателем протокол экспериментальных измерений.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по темам 1.3, 1.4 раздела 1.

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15].

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Охарактеризовать возможные режимы работы электрической сети;
2. Привести и пояснить схемы однофазного включения человека в электрическую сеть;
3. Привести и пояснить схемы двухфазного включения человека в электрическую сеть;
4. Привести и пояснить схемы включения человека в электрическую сеть при аварийных ситуациях.

Лабораторная работа №3

Оказание первой помощи при поражении электрическим током

Цель работы:

Изучить и освоить основные приемы оказания первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током.

Задание:

1. Изучить теоретический материал и ознакомиться с практическими действиями по оказанию первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током
2. Освоить технику искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца на работе-тренажере «Максим-III-01» тестовом режиме 1.
3. Освоить технику искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца на работе-тренажере «Максим-III-01» тестовом режиме 2.
4. Освоить технику искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца на работе-тренажере «Максим-III-01» тестовом режиме 3.

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с принципом работа-тренажера «Максим-III-01»;
2. Отработать технику искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца на работе-тренажере «Максим-III-01» в разных тестовых режимах.

Форма отчетности:

Результаты работы оформляются в форме отчета.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы
2. Краткий алгоритм оказания первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по темам 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 раздела 1.

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14] .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Привести алгоритм оказания первой помощи пострадавшему от воздействия электрического тока
2. Перечислить способы освобождения пострадавшего от действия электрического тока
3. Перечислить признаки, по которым производится оценка состояния здоровья человека.
4. Описать порядок выполнения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца

Лабораторная работа №4
Измерение сопротивления защитных проводников

Цель работы:

Ознакомление с измерителем параметров электроустановок EurotestXE 2,5 кВ MI 3102H и демонстрационным стендом МА 2067. Приобретение практических навыков по выполнению измерения сопротивления защитных проводников.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме 2.1. «Защитное заземление»;
2. Измерить сопротивления защитных проводников, в цепях, указанных преподавателем.
3. Сделать заключение об исправности/неисправности участков защитных проводников

Порядок выполнения:

1. Включить измеритель EurotestXE 2,5 кВ MI 3102H;
2. С помощью переключателя функций на измерителе параметров выбрать функцию **непрерывность**;
3. Используя кнопки, выбрать функцию **R 200mA**. На дисплее отобразится следующее меню:
 - подключить измерительный кабель к прибору EurotestXE;
 - установить максимальное предельное значение сопротивления;
4. Произвести компенсацию сопротивления измерительных проводов следующим образом: накоротко замкнуть измерительные провода, нажать кнопку **Test** (результат должен быть близок к 0,00 Ом), нажать кнопку **Кал**;
- В процессе измерений сетевое напряжение должно быть отключено!!!**
5. Измерительные провода подключить к испытуемому объекту;
6. Перед началом измерений проверить отображаемые предупреждения и оперативное напряжение / выходной монитор;
7. Если измерение разрешено, нажать кнопку **Test** для начала измерения. После выполнения измерения на дисплее отобразится результат измерения в виде соответствия/несоответствия измерения.
8. На основании результатов измерений заполнить таблицу 1.
9. Сделать заключение об исправности/неисправности участков защитных проводников.

Измерение сопротивлений защитных проводников

Участок защитного проводника	Сопротивление R, Ом	Соответствие / Несоответствие
ГЗШ – отопительная система		
ГЗШ – газовая установка		
ГЗШ – шина заземления 2 (ШЗ2)		
Шина заземления 1 (ШЗ1) – клемма защитного заземления в трехфазной розетке		
ШЗ1 – корпус лампы 1		
ШЗ1 – корпус 3-го двигателя		
ШЗ2 – корпус лампы 2		
ШЗ3 – доступные металлические части компьютерной системы		

Форма отчетности:

Результаты работы оформляются в форме отчета.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы;
2. Краткие теоретические сведения;
3. Исходные данные для выполнения работы (задает преподаватель);
4. Таблицу результатов измерений сопротивлений защитных проводников;
5. Выводы по работе;
6. Подписанный преподавателем протокол экспериментальных измерений.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по темам 2.1 раздела 2.

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 16] .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое защитное заземление?
2. На чем основан принцип действия защитного заземления?
3. Из какого условия выбирается сечение главной заземляющей шины?
4. Из какого условия выбирается сечение проводника уравнивания потенциалов?
5. Какие системы заземления применяются в электроустановках?

Лабораторная работа №5**Натурное моделирование зануления электрооборудования**Цель работы:


Изучить на лабораторном стенде принцип работы защитного зануления, назначение элементов зануления (зануления нейтрали источника питания, соединения корпуса электроустановки с нулевым проводником, повторного заземления нулевого проводника)

Задание:

1. Изучить теоретический материал по темам 2.2, 2.3, 2.4;
2. Собрать электрическую схему для испытаний;
3. Смоделировать замыкание на корпус электрооборудования;
4. Измерить ток замыкания на корпус;
5. Измерить напряжение на корпусе электрооборудования;
6. Сделать выводы по результатам работы.

Порядок выполнения:

Перед началом работы необходимо убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Гнезда защитного заземления «» устройств, используемых в эксперименте, соединяются с гнездом «PE» источника *G1*.

Аппаратура соединяется в соответствии с электрической схемой.

В модели *A5* сопротивление замыкания на землю устанавливается равным бесконечности: $R_{зам} = \infty$.

Включается источник *G1* и питание блока мультиметров *PI*.

Режим глухозаземленной (изолированной) нейтрали питающей электрической сети моделируется установкой (отсутствием) перемычки между гнездом нейтральной точки трансформатора и гнездом сопротивления заземлителя R_0 в блоке трехфазного трансформатора *A2*.

Замыкание фазы на корпус электрооборудования моделируется установкой выключателя *S* в положение «ВКЛ.».

Ток короткого замыкания измеряется с помощью амперметра блока мультиметров *PI*.

При величинах сопротивления цепи короткого замыкания $R_N = 1, 2, 3$ Ом и возникновении короткого замыкания фазы на корпус электрооборудования (выключатель *S* включен) защита отключает электрооборудование от сети, что проявляется в отсутствии свечения светодиодов в фазах подходящих к нему проводов.

При величинах сопротивления цепи короткого замыкания $R_N = 5, 10, 15, 20$ Ом и возникновении короткого замыкания фазы на корпус электрооборудования (выключатель *S* включен) защита не отключает электрооборудование от сети, что проявляется в наличии свечения светодиодов в фазах подходящих к нему проводов.

Наличие повторного заземления моделируется установкой любого его значимого сопротивления.

Напряжение на корпусе электрооборудования измеряется с помощью вольтметра блока мультиметров *PI*.

Сопротивление замыкания на землю « $R_{зам} \neq \infty$ » устанавливается только при моделировании режима изолированной нейтрали питающей электрической сети.

По завершении эксперимента источник *G1* и питание блока мультиметров *PI* отключается.

Форма отчетности:

Результаты работы оформляются в форме отчета.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы;
2. Краткие теоретические сведения;
3. Исходные данные для выполнения работы (задает преподаватель);
4. Таблицу результатов измерений сопротивлений защитных проводников;
5. Выводы по работе;
6. Подписанный преподавателем протокол экспериментальных измерений.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по темам 2.2, 2.3, 2.4 раздела 2.

Основная литература: [1, 2]

Дополнительная литература: [3, 4, 5, 6, 7, 10] .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое защитное зануление?
2. Каков принцип действия защитного зануления?
3. В каких сетях применяется защитное зануление?
4. Как выбираются коммутационные аппараты для реализации принципа действия защитного зануления?

Лабораторная работа №6

Натурное моделирование защитного отключения электрической сети

Цель работы:


1. Получить общее представление о защитном отключении,
2. Изучить защитное отключение электрической сети при различных режимах работы нейтрали.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме 2.5. «Устройства защитного отключения»;
2. Собрать электрическую схему для измерений;
3. Измерить значение тока утечки через человека;
4. Для устройства защитного отключения определить уставки по току и по времени;
5. Оценить эффективность работы устройства защитного отключения.

Порядок выполнения:

Перед началом работы необходимо убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Гнезда защитного заземления «» устройств, используемых в эксперименте, соединяются с гнездом «PE» источника *GI*.

Аппаратура соединяется в соответствии с электрической схемой.

Включить источник *GI* и питание блока мультиметров *PI*.

Режим глухозаземленной (изолированной) нейтрали питающей электрической сети моделируется установкой (отсутствием) перемычки между гнездом нейтральной точки трансформатора и гнездом сопротивления заземлителя R_0 в блоке трехфазного трансформатора *A2*.

При проведении эксперимента в сети с изолированной нейтралью сопротивления R_A , R_B , R_C изоляции фаз модели *A3* обязательно должны иметь значимые величины.

Желаемые значения сопротивлений обуви человека и пола, на котором он стоит, устанавливаются на модели человека *A4*.

Временная и токовая уставка срабатывания устройства защитного отключения *A11* устанавливается с помощью кнопок «<» и «>» на его лицевой панели.

Включение устройства защитного отключения *A11* производится нажатием кнопки «ВКЛ.» на его лицевой панели.

На верхнем индикаторе устройства защитного отключения *A11* можно наблюдать текущее значение тока утечки через человека.

Если после включения устройство защитного отключения *A11* отключилось, то на его верхнем индикаторе высветится значение тока утечки, при котором произошло это отключение. Произведение этого значения тока утечки и времени срабатывания (уставки по времени) устройства защитного отключения используется для оценки эффективности последнего.

Напряжение фазы, которой касается человек, измеряется с помощью вольтметра блока мультиметров *PI*.

По завершении эксперимента источник *GI* и питание блока мультиметров *PI* отключаются.

Форма отчетности:

Результаты работы оформляются в форме отчета.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы;
2. Краткие теоретические сведения;
3. Схема электрических соединений;
4. Результаты измерений;
5. Выводы по работе;
6. Подписанный преподавателем протокол экспериментальных измерений.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 2.5. «Устройства защитного отключения» раздела 2.

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [3, 4, 5] .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дать определение устройства защитного отключения;
2. Рассказать о конструкции устройства защитного отключения;
3. Пояснить принцип действия устройства защитного отключения при системе заземления TN-C-S;
4. Пояснить принцип действия устройства защитного отключения при системе заземления TN-S;
5. Пояснить принцип действия устройства защитного отключения при системе заземления TN-C;
6. Пояснить применение устройства защитного отключения для предотвращения пожаров.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- ОС Windows 7 Professional
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР , №Лк</i>
1	2	3	4
Лк	Техника высоких напряжений	Демонстрационный стенд по электротехническим средствам и предохранительным приспособлениям, наглядные пособия, учебные видеоролики	№№1-25
ЛР	Техника высоких напряжений	лабораторные стенды ОЭБ1-С-Р	№№ 1,2,5,6
ЛР	Техника высоких напряжений	демонстрационный стенд МА 2067, укомплектованный измерителем параметров электроустановок EurotestXE 2,5 кВ MI 3102H	№ 4
ЛР	Техника высоких напряжений	робот-тренажер «Максим-III-01»	№ 3
СР	ЧЗЗ	Оборудование 15-CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-9	Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	1. Электрический ток – опасный и вредный фактор	1.1. Действие электрического тока на организм человека	Экзаменационный билет
			1.2. Виды поражения организма человека электрическим током	Экзаменационный билет
			1.3. Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека	Экзаменационный билет
			1.5. Оказание первой помощи при поражении электрическим током	Экзаменационный билет
			1.6. Порядок расследования несчастных случаев на производстве	Экзаменационный билет
ПК-10	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда	2. Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока	1.4. Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	Экзаменационный билет
			2.1. Защитное заземление	Экзаменационный билет
			2.2. Зануление в электроустановках	Экзаменационный билет
			2.3. Повторное заземление	Экзаменационный билет
			2.4. Измерение сопротивления петли фаза-нуль	Экзаменационный билет
			2.5. Устройства защитного отключения	Экзаменационный билет
			2.6. Электрозащитные средства и предохранительные приспособления	Экзаменационный билет
			2.7. Средства предупреждения об опасности	Экзаменационный билет
		2.8. Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	Экзаменационный билет	
		3. Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок	3.1. Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	Экзаменационный билет
			3.2. Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	Экзаменационный билет
3.3. Порядок и условия	Экзаменационный билет			

			производства работ	
			3.4. Организация работ под напряжением в электроустановках	Экзаменационный билет
		4. Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах	4.1. Методы и средства коллективной защиты от электромагнитных излучений	Экзаменационный билет
			4.2. Средства индивидуальной защиты от электромагнитных излучений	Экзаменационный билет
		5. Требования пожарной безопасности к электроустановкам	5.1. Противопожарные мероприятия на промышленных предприятиях	Экзаменационный билет
			5.2. Основные принципы прекращения горения	Экзаменационный билет
			5.3. Пожарная техника	Экзаменационный билет
			5.4. Особенности тушения пожаров в электроустановках	Экзаменационный билет

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-9	Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	1. Действие электрического тока на организм человека.	1. Электрический ток – опасный и вредный фактор
			2. Виды электрических травм.	
			3. Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.	
			4. Электрические сети и возможные схемы случайного включения в сеть человека.	
			5. Явления при растекании тока в землю. Шаговое напряжение.	
			6. Первая помощь при поражении человека электрическим током.	
			7. Порядок расследования несчастных случаев на производстве	
2.	ПК-10	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда	8. Защитное заземление в электроустановках. Устройство, принцип действия	2. Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока
			9. Порядок наложения и снятия переносных заземлителей	
			10. Нормирование сопротивления защитного заземления. Контроль заземления.	
			11. Основные системы заземления	
			12. Зануление в электроустановках.	
			13. Повторное заземление	
			14. Измерение сопротивления петли фаза-нуль	
			15. Защитное отключение в электроустановках.	
			16. Основные и дополнительные изолирующие электрозащитные средства.	
			17. Средства предупреждения об опасности в электроустановках.	
			18. Меры защиты человека в электроустановках в нормальном режиме.	
			19. Средства защиты от электрических полей и	

		<p>средства индивидуальной защиты</p> <p>20. Хранение и испытание электрозащитных средств.</p> <p>21. Классификация помещений и территорий по опасности поражения электрическим током</p> <p>22. Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках</p> <p>23. Оперативное обслуживание действующих электроустановок</p> <p>24. Порядок и условия производства работ</p> <p>25. Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности</p> <p>26. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения</p> <p>27. Организация работ под напряжением в электроустановках</p>	<p>эксплуатацию электроустановок</p>
		<p>28. Источники электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах. Их действие на человека.</p> <p>29. Методы и средства коллективной защиты от электромагнитных излучений</p> <p>30. Средства индивидуальной защиты от электромагнитных излучений</p> <p>31. Основные причины пожаров в электроустановках</p> <p>32. Противопожарные мероприятия на промышленных предприятиях</p> <p>33. Основные принципы прекращения горения</p> <p>34. Пожарная техника</p> <p>35. Стационарные установки пожаротушения</p> <p>36. Особенности тушения пожара в электроустановках</p>	<p>4. Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах</p> <p>5. Требования пожарной безопасности к электроустановкам</p>

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные поражающие факторы в электроустановках; – основные приемы оказания первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током; <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок; – основные правила пожаробезопасности; – технические требования и нормы по охране труда; 	<p>отлично</p>	<p>Оценка «отлично» выставляется в случае, если обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал и демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - всестороннее знание программного материала; - умение правильного применения основных положений программного материала; - владеет всеми навыками, полученными в ходе изучения программного материала.
	<p>хорошо</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -недостаточно полное знание программного материала; - применение с несущественными ошибками основных положений программного материала
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует частичное знание программного материала; неоднократно допускал ошибки в ответе</p>

<p>Уметь (ОК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценить состояние человека при поражении электрическим током; – оказывать первую помощь при поражении человека электрическим током; <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> – формировать законченное представление об организации безопасного проведения работ; – осуществлять непосредственное руководство работами в электроустановках любого напряжения, – чётко обозначать и излагать требования о мерах безопасности; <p>Владеть (ОК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами освобождения людей от воздействия электрического тока и оказания первой медицинской помощи. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками безопасного проведения работ в электроустановках; - навыками практического применения электрозащитных средств при эксплуатации электроустановок; - навыками тушения пожаров 	<p>неудовлетворительно</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если уровень владения программным материалом не отвечает требованиям; все вышеуказанные разделы не усвоены.</p>
--	-----------------------------------	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Основы электробезопасности направлена на ознакомление с правилами и условиями безопасного проведения работ в электроустановках; на получение теоретических знаний и практических навыков безопасного проведения работ в электроустановках; навыков практического применения электрозащитных средств при эксплуатации электроустановок; навыков оказания первой помощи при поражении человека электрическим током; навыков тушения пожаров для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Основы электробезопасности предусматривает:

- лекции,
- лабораторные занятия,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Электрический ток – опасный и вредный» фактор студенты должны уяснить:

- в чем выражается действие электрического тока на организм человека;
- какие факторы, влияют на исход поражения человека электрическим током;
- правила оказания первой помощи при поражении человека электрическим током;
- каков порядок расследования несчастных случаев на производстве.

В ходе освоения раздела 2 «Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока» фактор студенты должны уяснить:

- основные способы защиты человека от прямого и косвенного прикосновения;

- какие электрoзащитные средства и предохранительные приспособления необходимо применять для безопасного проведения работ в электроустановках.

В ходе освоения раздела 3 «Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок» фактор студенты должны уяснить состав и последовательность организационных и технических мероприятий при проведении монтажных, ремонтных и обслуживающих работ в действующих электроустановках.

В ходе освоения раздела 4 «Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах» фактор студенты должны уяснить:

- какие основные источники электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов применяются на промышленных объектах;
- в чем выражается действие этих источников на человека;
- каковы методы и средства индивидуальной и коллективной защиты от электромагнитных излучений.

В ходе освоения раздела 5 «Требования пожарной безопасности к электроустановкам» фактор студенты должны уяснить:

- какие противопожарные мероприятия проводятся на промышленных предприятиях;
- каковы особенности тушения пожара в электроустановках.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для предотвращения несчастных случаев на производстве, для применения и реализации способов защиты человека от электропоражения в конкретных ситуациях, для получения навыков предотвращения пожаров и борьбы с ними производстве.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на основные факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током, а также на возможные схемы включения человека в электрическую цепь.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Действие электрического тока на организм человека и виды электрических травм;
2. Электрические сети и возможные схемы случайного включения в сеть человека;
3. Явления при растекании тока в землю и попадание человека под шаговое напряжение;
4. Первая помощь при поражении человека электрическим током.
5. Основные и дополнительные изолирующие электрoзащитные средства.
6. Защитное заземление в электроустановках. Устройство, принцип действия
7. Основные системы заземления.
8. Зануление в электроустановках и необходимость повторного заземления
9. Защитное отключение в электроустановках.
10. Средства защиты от электрических полей и средства индивидуальной защиты
11. Классификация помещений и территорий по опасности поражения электрическим током
12. Организационные мероприятия по обеспечению электрoбезопасности
13. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения
14. Оперативное обслуживание действующих электроустановок
15. Организация работ под напряжением в электроустановках
16. Источники электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах и их действие на человека.
17. Методы и средства индивидуальной и коллективной защиты от электромагнитных излучений
18. Основные причины пожаров в электроустановках
19. Противопожарные мероприятия на промышленных предприятиях
20. Основные принципы прекращения горения и пожарная техника
21. Особенности тушения пожара в электроустановках

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний по содержанию основных способов и средств защиты человека от вредного воздействия электрического тока, формирование умений и навыков оказания первой помощи пострадавшему от поражения электрическим током.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в интерактивной форме (в виде лекции-дискуссии, лекции-беседы, лекции с разбором конкретных ситуаций, просмотр и обсуждение видеофильма) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ **рабочей программы дисциплины**

Основы электробезопасности

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: дать теоретическую основу знаний об организационно-технических, медицинских и защитных мероприятиях при эксплуатации электроустановок электроэнергетического комплекса.

Задачей изучения дисциплины является: формирование ясного представления о воздействии электрического тока на организм человека, приобретение практических навыков по оказанию первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током, по применению основных методов защиты персонала от воздействия вредных и опасных производственных факторов.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу:

Лк 24 ч; ЛР 24 ч; СР 69 ч.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 - Электрический ток – опасный и вредный фактор;
- 2 - Способы и средства защиты человека от воздействия электрического тока;
- 3 - Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок;
- 4 - Защита от действия электромагнитных излучений радиочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов на промышленных объектах;
- 5 - Требования пожарной безопасности к электроустановкам;

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-9 Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций
- ПК-10 Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника от «03» сентября 2015 г. № 955

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» ноября 2015г. №701, заочной формы обучения от «12» ноября 2015г. №701

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» июня 2016г. №429, заочной формы обучения от «6» июня 2016г. №429 для заочной (ускоренное обучение) формы обучения от «6» июня 2016г. №429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» марта 2017г. №125 , заочной формы обучения от «6» марта 2017г. №125 для заочной (ускоренное обучение) формы обучения от «4» апреля 2017г. №203

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. №130, заочной формы обучения от «12» марта 2018г. №130

Программу составил:

Яковкина Т.Н., доцент, к.т.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭиЭ

от «28» декабря 2018 г., протокол №5

Заведующий кафедрой ЭиЭ _____

Ю.Н. Булатов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____

Ю.Н. Булатов

Директор библиотеки _____

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ФЭиА

от «28» декабря 2018 г., протокол №5

Председатель методической комиссии факультета _____

А.Д. Ульянов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник

учебно-методического управления _____

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____