

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 части

_____ Е.И. Луковникова

«_____» декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ,
ПОДВЕРЖЕННЫХ ВЛИЯНИЮ**

Б1.В.ДВ.09.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Энергоэнергетика и электротехника

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Электроснабжение

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Стр.

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 объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма 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	9
4.3 Лабораторные работы.....	71
4.4 Семинары / практические занятия.....	71
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	71
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	72
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	72
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	72
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	73
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	74
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.....	74
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	82
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	82
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	83
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	88
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	89

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 при работах на ВЛ, подверженных влиянию.

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	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные поражающие факторы в электроустановках; – основные приемы оказания первой медицинской помощи при поражении человека электрическим током; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценить состояние человека при поражении электрическим током; – оказывать первую помощь при поражении человека электрическим током; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, в частности воздушных линий высокого напряжения; – технические требования и нормы по охране труда; <p>уметь:</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:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками безопасного проведения работ в электроустановках; - навыками практического применения электротехнических средств при эксплуатации электроустановок.

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	6
1.	Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека	30,25	4,25	10	16
1.1.	Действие электрического тока на организм человека	2,5	0,5	-	2
1.2	Виды поражения организма человека электрическим током и электромагнитным полем	2,5	0,5	-	2
1.3	Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека	5	1	2	2
1.4	Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	13,5	1,5	6	6
1.5	Оказание первой помощи при поражении электрическим током	4,5	0,5	2	2
1.6	Порядок расследования несчастных случаев на производстве	2,25	0,25	-	2
2.	Способы и средства защиты персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий	15,25	6,25	-	9
2.1.	Защитное заземление	5,5	2,5	-	3
2.2.	Электрозащитные средства и предохранительные приспособления	4	2	-	2
2.3.	Средства предупреждения об опасности	2,5	0,5	-	2
2.4.	Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	3,25	1,25	-	2
3.	Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях	27,25	6,25	4	17
3.1.	Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	1,25	0,25	-	1
3.2.	Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	5	1	-	4
3.3	Порядок и условия производства работ	6	3	-	3

1	2	3	4	5	6
3.4.	Организация работ под напряжением в электроустановках	4	1		3
3.5.	Защита человека от электромагнитных полей ВЛ	11	1	4	6
4	Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ	44,25	7,25	10	27
4.1.	Влияние действующих ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих ВЛ	2,5	0,5	-	2
4.2.	Магнитные влияния действующей ВЛ	8,5	0,5	3	5
4.3.	Электрические влияния действующей ВЛ	8,5	0,5	3	5
4.4.	Результирующее значение наведенного напряжения	3,25	0,25	1	2
4.5.	Проблема наведенных напряжений в электрических сетях	2,5	0,5	-	2
4.6.	Способы снижения наведенных напряжений	7,75	0,75	2	5
4.7.	Способы и средства оценки наведенных напряжений	4,75	0,75	1	3
4.8.	Обеспечение безопасных условий производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП	6,5	3,5	-	3
	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	6
1.	Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека	35,25	1,25	4	30
1.1.	Действие электрического тока на организм человека	4,25	0,25	-	4
1.2	Виды поражения организма человека электрическим током и электромагнитным полем	4,25	0,25	-	4
1.3	Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека	8,25	0,25	2	6
1.4	Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	10,25	0,25	-	10

1	2	3	4	5	6
1.5	Оказание первой помощи при поражении электрическим током	6,25	0,25	2	4
1.6	Порядок расследования несчастных случаев на производстве	2	-	-	2
2.	Способы и средства защиты персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий	29,5	1,5	-	28
2.1.	Защитное заземление	10,5	0,5	-	10
2.2.	Электрозщитные средства и предохранительные приспособления	8,5	0,5	-	8
2.3.	Средства предупреждения об опасности	4	-	-	4
2.4.	Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	6,5	0,5	-	6
3.	Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях	26,25	2,25	-	24
3.1.	Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	2	-	-	2
3.2.	Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	7	1	-	6
3.3	Порядок и условия производства работ	6,5	0,5	-	6
3.4.	Организация работ под напряжением в электроустановках	6,5	0,5	-	6
3.5.	Защита человека от электромагнитных полей ВЛ	4,25	0,25	-	4
4	Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ	44	3	4	37
4.1.	Влияние действующих ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих ВЛ	2,25	0,25	-	2
4.2.	Магнитные влияния действующей ВЛ	7,25	0,25	1	6
4.3.	Электрические влияния действующей ВЛ	7,25	0,25	1	6
4.4.	Результирующее значение наведенного напряжения	2,5	-	0,5	2
4.5.	Проблема наведенных напряжений в электрических сетях	2,25	0,25	-	2
4.6.	Способы снижения наведенных напряжений	7,25	0,25	1	6
4.7.	Способы и средства оценки наведенных напряжений	4,75	0,25	0,5	4
4.8.	Обеспечение безопасных условий производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП	10,5	1,5	-	9
	ИТОГО	135	8	8	119

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ 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	6
1.	Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека	35,25	1,25	2	32
1.1.	Действие электрического тока на организм человека	4,25	0,25	-	4
1.2	Виды поражения организма человека электрическим током и электромагнитным полем	4,25	0,25	-	4
1.3	Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека	8,25	0,25	-	8
1.4	Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	10,25	0,25	-	10
1.5	Оказание первой помощи при поражении электрическим током	6,25	0,25	2	4
1.6	Порядок расследования несчастных случаев на производстве	2	-	-	2
2.	Способы и средства защиты персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий	29,5	1,5	-	28
2.1.	Защитное заземление	10,5	0,5	-	10
2.2.	Электрозащитные средства и предохранительные приспособления	8,5	0,5	-	8
2.3.	Средства предупреждения об опасности	4	-	-	4
2.4.	Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	6,5	0,5	-	6
3.	Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях	26,25	2,25	-	24
3.1.	Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	2	-	-	2
3.2.	Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	7	1	-	6
3.3	Порядок и условия производства работ	6,5	0,5	-	6
3.4.	Организация работ под напряжением в электроустановках	6,5	0,5	-	6
3.5.	Защита человека от электромагнитных полей ВЛ	4,25	0,25	-	4
4	Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ	44	3	4	37

1	2	3	4	5	6
4.1.	Влияние действующих ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих ВЛ	2,25	0,25	-	2
4.2.	Магнитные влияния действующей ВЛ	7,25	0,25	1	6
4.3.	Электрические влияния действующей ВЛ	7,25	0,25	1	6
4.4.	Результирующее значение наведенного напряжения	2,5	-	0,5	2
4.5.	Проблема наведенных напряжений в электрических сетях	2,25	0,25	-	2
4.6.	Способы снижения наведенных напряжений	7,25	0,25	1	6
4.7.	Способы и средства оценки наведенных напряжений	4,75	0,25	0,5	4
4.8.	Обеспечение безопасных условий производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП	10,5	1,5	-	9
ИТОГО		135	8	6	121

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека

Тема 1.1. Действие электрического тока на организм человека

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

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 и электромагнитным полем

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

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 нервно-рефлекторная 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. Шоковое 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-беседа (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 50мкА при переменном токе и менее 100мкА 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.

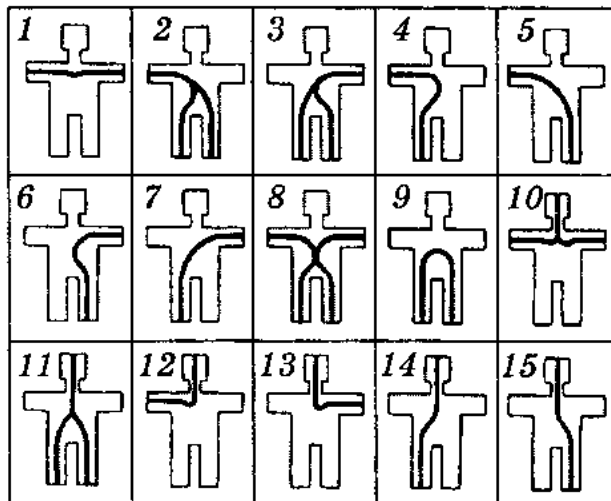


Рис.1.1 Характерные пути тока в теле человека (петли тока)

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 осязаемым 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).

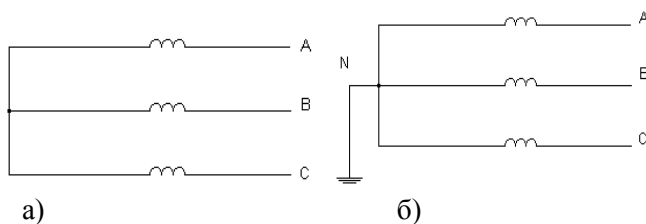


Рис.1.2. Режимы работы нейтрали электрической сети
а – изолированная нейтраль; б – глухозаземленная

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.

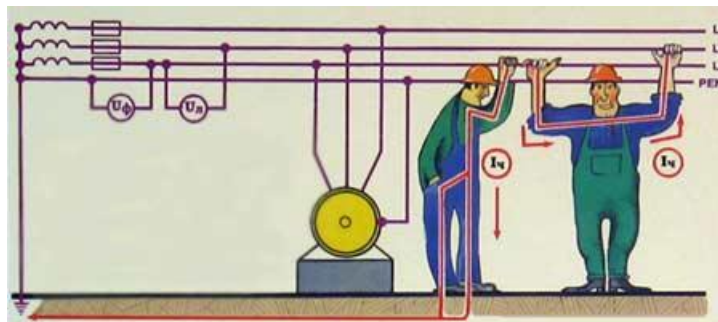
1.4.2. Схемы случайного включения человека в электрическую сеть

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.

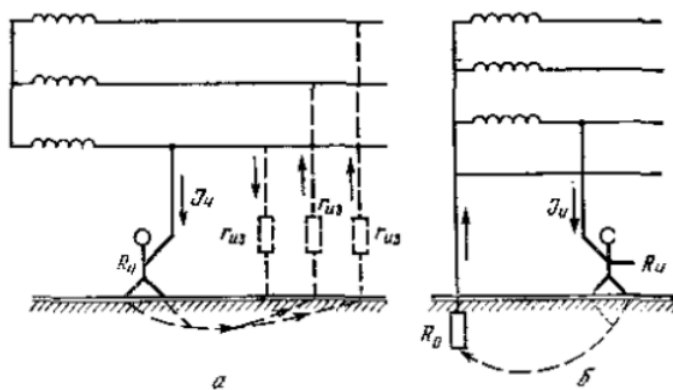


Рис. 1.3. Однофазное включение человека в сеть трехфазного тока:
а — с изолированной нейтралью; *б* — с глухозаземленной нейтралью

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 ($r_{он}$):

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R_{ч} + \frac{r_{из}}{3}} = \frac{U_{\phi}}{R_{ч} + \frac{r_{тч} + r_{об} + r_{он}}{3} + \frac{r_{из}}{3}} \quad (1.1)$$

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):

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R_{ч} + R_0} \quad (1.2)$$

Так как $R_{ч} \gg R_0$, то

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R_{ч}} = \frac{U_{\phi}}{r_{тч} + r_{об} + r_{он}}$$

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:

$$I_{ч} = \frac{U_{л}}{r_{тч}} = \frac{\sqrt{3}U_{\phi}}{r_{тч}}, \quad (1.3)$$

где $U_{л}$ — линейное напряжение сети, В, U_{ϕ} — фазное напряжение сети, В, $r_{тч}$ — сопротивление тела человека.

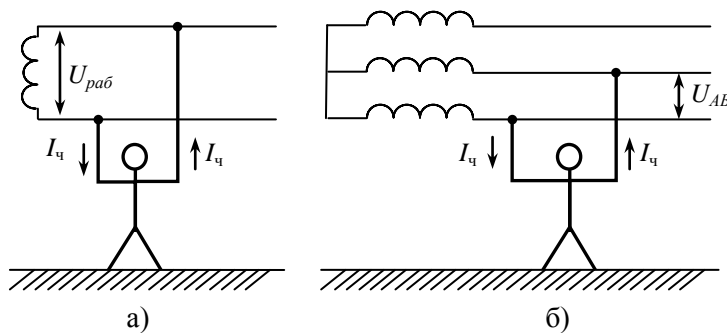


Рис. 1.4. Двухфазное включение человека в сеть:

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 $r_{зм}$, величина тока, проходящего через человека при однофазном включении в сеть с изолированной нейтралью (рис. 1.5, а), будет

$$I_{ч} = \frac{U_{л}}{R_{ч} + r_{зм}}, \quad (1.4)$$

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

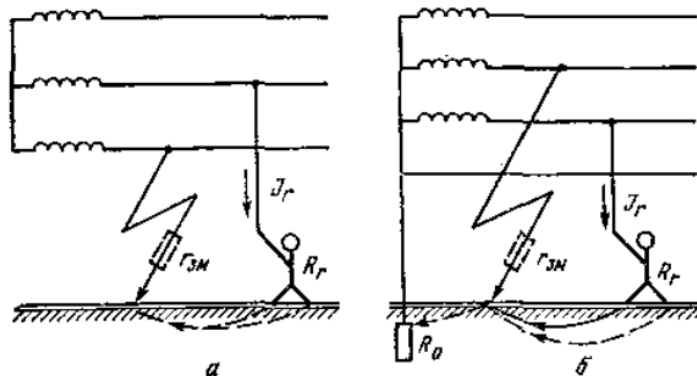


Рис. 1.5. Однофазное включение человека в сеть при аварийном режиме (одна из фаз замкнута на землю): а — сеть с изолированной нейтралью; б — сеть с глухозаземленной нейтралью

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

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

Напряжение прикосновения в этом случае определяется по формуле:

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

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

$$U_{\text{пр}} = \sqrt{3} U_{\phi},$$

иными словами человек окажется под линейным напряжением.

Обычно реальные сопротивления $r_{\text{зм}}$ 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:

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

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

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.

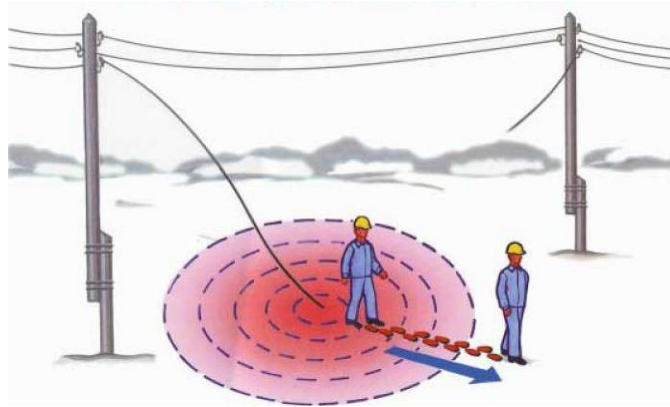


Рис.1.6. Обрыв и падение на землю провода воздушной линии

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

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

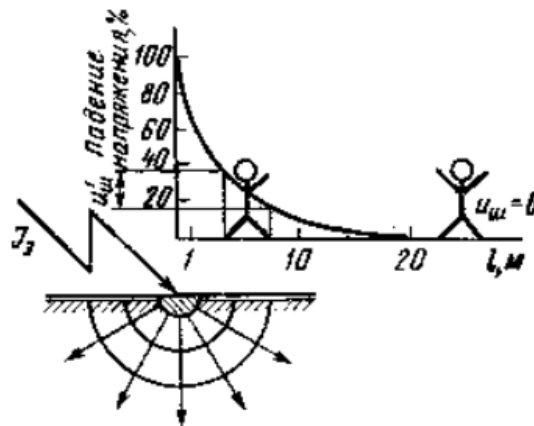


Рис. 1.7. Распределение потенциала на поверхности земли в зоне растекания тока полусферического заземлителя

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):

$$U_{ш} = U_{\phi} \beta_1 \beta_2,$$

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).

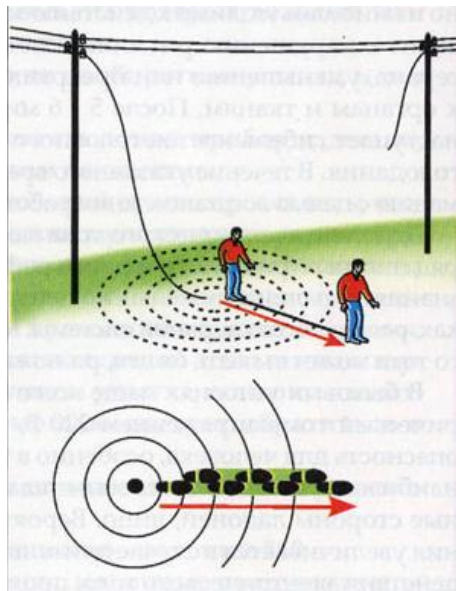


Рис.1.8. Безопасный выход из зоны шагового напряжения

Тема 1.5. Оказание первой помощи при поражении электрическим током

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-диспут, просмотр видеоматериала (0,5 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, не 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.

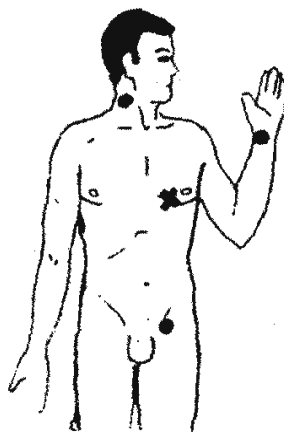


Рис. 1.9. Места определения пульса на артериях шеи, руки и ноги

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 амидопирина, 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 синеватых (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).



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.

Рис. 1.10. Искусственное дыхание «рот в рот»

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 заме-

тять 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 вдувании 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 вдувании воздуха в рот больного оказывающий помощь своей щекой должен закрывать или прижимать носовые отверстия больного. Аналогичными приемами можно выдыхать или вдувать 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 вдуванием воздуха через рот или нос можно покрыть чистым платком, куском марли или другой легкой материи. Можно производить вдувание воздуха в легкие больного, используя обычную резиновую трубку.

1.5.4. Наружный (непрямой) массаж сердца

Наружный (непрямой) массаж сердца вместе с искусственным дыханием относится 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 вы-

полнять больше 1,5–2ч. Необходимо знать, что грубое выполнение может привести к перелому ребер с повреждением легких, сердца и др.

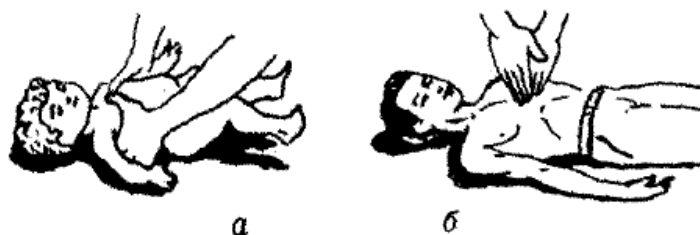


Рис. 1.13. Непрямой массаж сердца:
а – у ребенка; б – у подростка

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 транспортировка 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 (0,25 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, 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 персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий

Для обеспечения электробезопасности необходимо точное соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок, правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок, 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.

Защитное зануление — это преднамеренное присоединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением, к глухозаземленной нейтральной точке источника (рис.2.1).

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.2.1): «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.

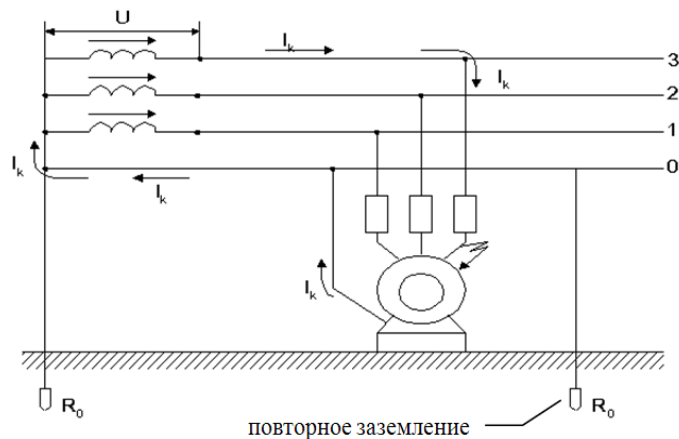


Рис.2.1. Схема зануления электрического двигателя: U – фазное напряжение, I_k – ток короткого замыкания, 1, 2, 3 – фазы, 0 – нулевой провод, R_0 – сопротивление нейтральной точки.

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.

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 (1,25час).

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.

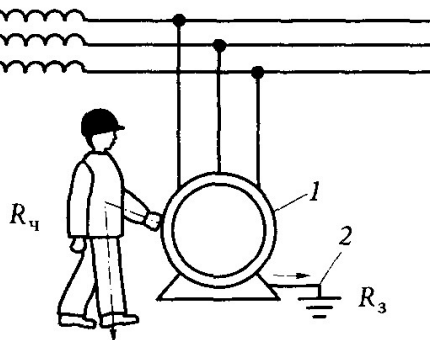


Рис. 2.2. Заземление корпуса двигателя (1 – корпус двигателя, 2 - заземление)

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.).

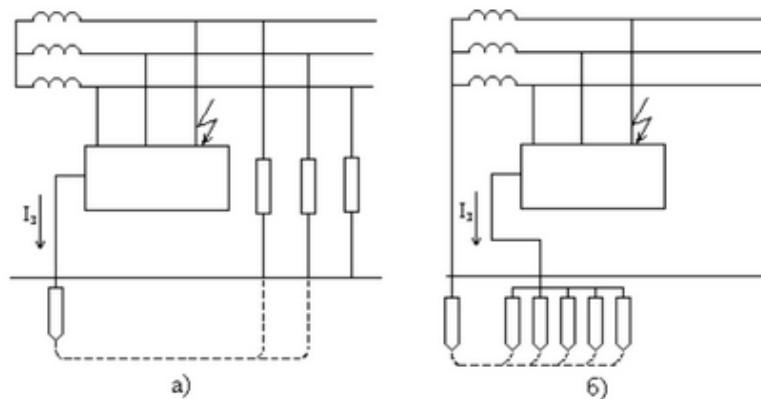


Рис. 2.3. Принципиальные схемы защитного заземления в сетях трехфазного тока: а – в сети с изолированной нейтралью до 1 кВ и выше; б – в сети с заземленной нейтралью выше 1 кВ

2.1.1. Выполнение заземляющих устройств

Заземляющее устройство – это совокупность заземлителя и заземляющих проводников, 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.

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 заложённые в землю трубы диаметром 5- 6 см, с толщиной стенок не менее 3,5 мм, длиной 2 – 3 м; 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. Основные системы 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 проводниками 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.

1. Система заземления **TN-C**.

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

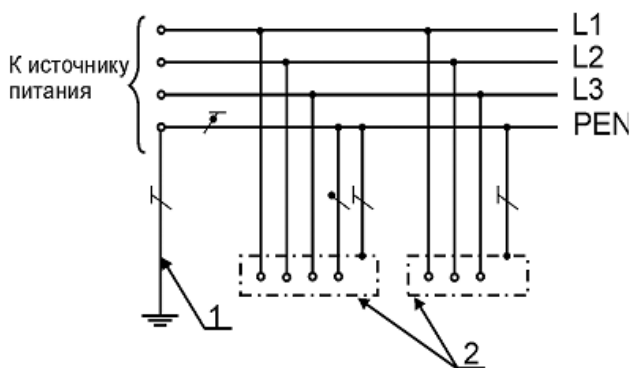


Рис.2.4. Система заземления **TN-C**
1 – заземлитель нейтрали источника, 2 – открытые проводящие части

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 дан-

ном 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.

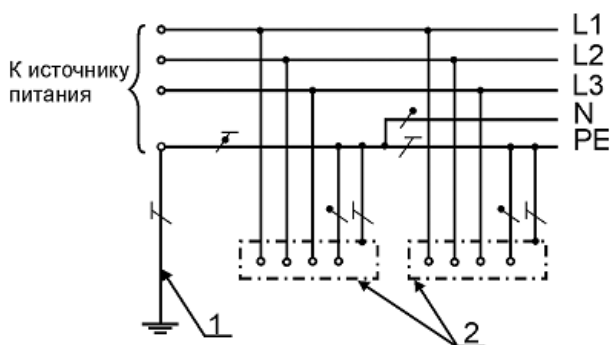


Рис.2.5. Система заземления **TN-C-S**
1 – заземлитель нейтрали источника, 2 – открытые проводящие части

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

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.

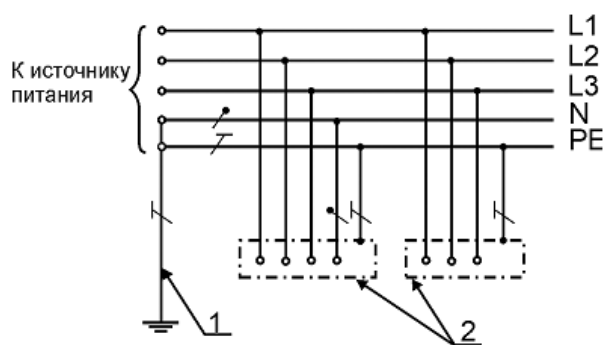


Рис.2.6. Система заземления TN-S

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 электропитания 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.

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 TT.

Система TT - 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.2.7. Система заземления TT

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

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

5. Система заземления IT.

В системе IT нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части заземлены. Ток утечки на корпус или на землю будет низким и не повлияет на условия работы присоединенного оборудования.

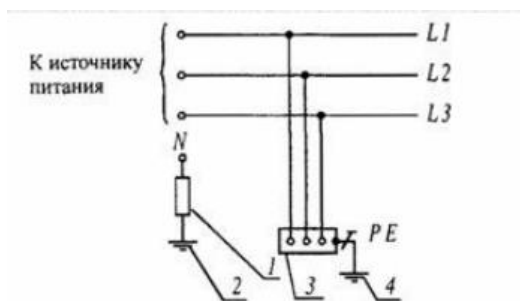


Рис.2.8. Система заземления IT

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.

2.1.3. 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. Электрозащитные средства и предохранительные приспособления

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

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).

2.2.1. 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.

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

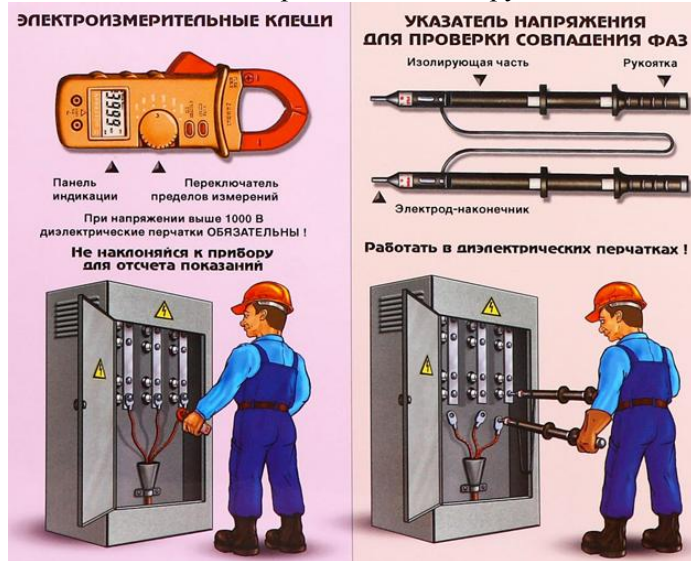


Рис. Электроизмерительные клещи и указатель напряжения для проверки совпадения фаз



Рис. Указатели напряжения выше 1000 В



Рис. Устройство для прокола кабеля и применение изолирующих прокладок



Рис. Механическое устройство для дистанционного прокола кабеля





Рис. Диэлектрические ковры и изолирующие подставки

2.2.2. 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.

2.2.3. 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.)).

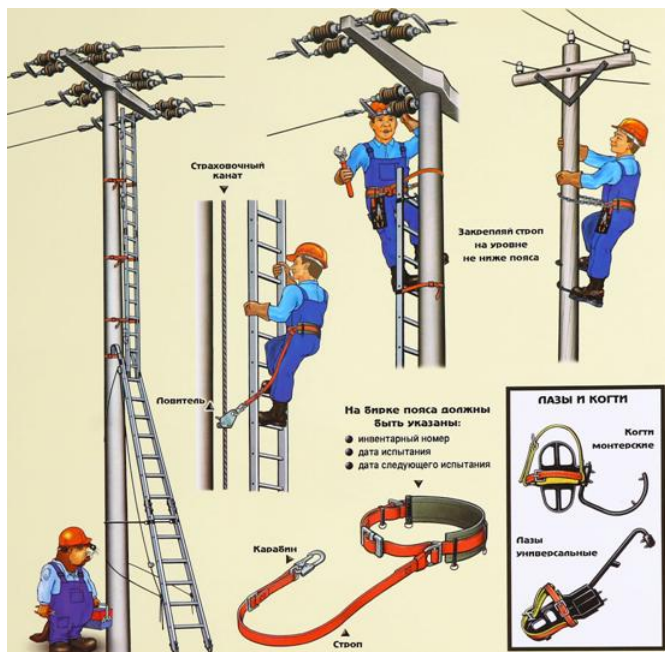


Рис. Изолирующие лестницы и предохранительные монтажные пояса



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.

2.2.4. 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 электроззащитные 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 электроззащитных 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 электроззащитных.

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.

2.2.5. Учет средств защиты и контроль за их состоянием

Все находящиеся в эксплуатации электроззащитные 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.

Электроззащитные 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

Тема 2.3. Средства предупреждения об опасности

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

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 цветовые 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 предостерегающие плакаты укрепляют на оборудовании.

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

Плакат **«Стоять — 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 «Стоит - 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 предостерегающие 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

Тема 2.4. Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с разбором конкретных ситуаций (1,25час).

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 одновременно прикосновению, не должны находиться внутри зоны досягаемости. Две части считаются доступными одновременно 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 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.

При выполнении мер защиты от прямого и косвенного прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ класса 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 безопасность работ на действующих воздушных линиях

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.

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 соединения 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 помещения, 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 по-

даче 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 электроцитками 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 [] 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, 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.3.1.

Таблица 3.1. 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 электрозщитными средствами.

Двери помещений электроустановок, кроме тех, в которых проводятся работы, должны быть заперты 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

Лекция проводится в интерактивной форме: с разбором конкретных ситуаций (1,25 час).

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.

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, находящихся 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 тех-

нического 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 иметь 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 остаются 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.

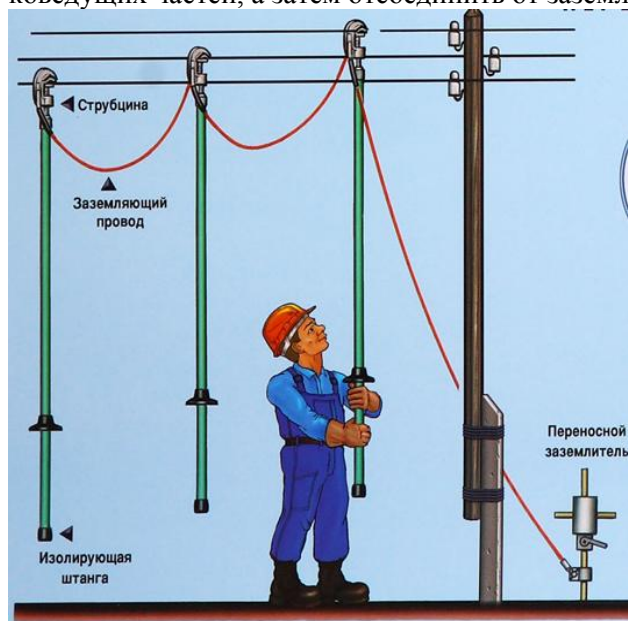


Рис.3.1. Установка переносного заземления

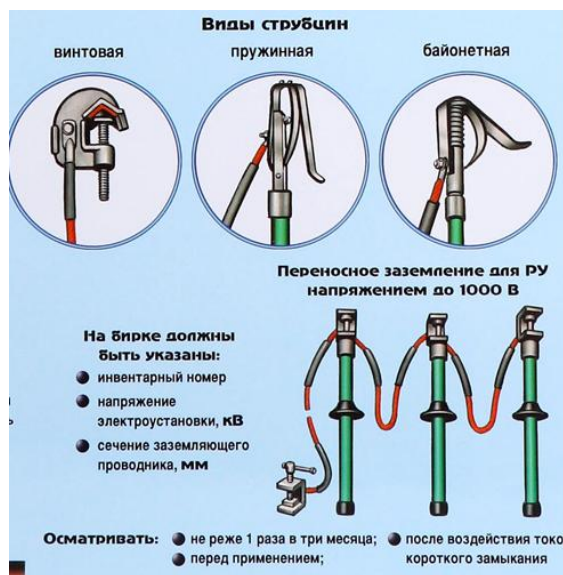


Рис.3.2. Конструкция переносного заземления

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 расперудстройствах.

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

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 «Стоп! 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 электротехнических 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 электротехнических средств запрещается касаться изоляторов электроустановки, которая находится под напряжением.

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

Допускается выполнение работ с земли без применения электротехнических средств и металлической площадки при условии наложения заземления на провод (трос) непосредственно вблизи 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 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 электротехническими средствами. Работникам следует помнить, что после исчезновения напряжения с электроустановки оно может быть подано опять без предупреждения.

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.

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.

Тема 3.5. Защита человека от электромагнитных полей ВЛ

3.5.1. Защита населения от электромагнитных полей ВЛ

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

В целях защиты населения от воздействия электрического поля ВЛ устанавливаются санитарно-защитные зоны. Санитарно-защитной зоной является территория вдоль трассы ВЛ, в которой напряженность электрического поля превышает 1 кВ/м.

Если напряженность электрического поля превышает предельно допустимые уровни, приведенные в ГОСТе, должны быть приняты меры по ее снижению.

В местах возможного пребывания человека напряженность электрического поля может быть уменьшена путем:

- удаления жилой застройки от ВЛ;
- применения экранирующих устройств и других средств снижения напряженности электрического поля.

Машины и механизмы на пневматическом ходу, находящиеся в санитарно-защитных зонах ВЛ, должны быть заземлены. В качестве заземлителя допускается использовать металлическую цепь, соединенную с рамой или кузовом и касающуюся земли.

В пределах санитарно-защитной зоны запрещается:

- размещать жилые и общественные здания и сооружения, площадки для остановки и стоянки всех видов транспорта, предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов;
- производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов.

Трассы проектируемых и вновь сооружаемых ВЛ должны выбираться таким образом, чтобы объекты, перечисленные выше, не оказались в пределах санитарно-защитных зон, или были вынесены за пределы этих зон.

Допускается оставлять жилые здания и приусадебные участки в санитарно-защитных зонах действующих ВЛ 500 кВ при условии снижения напряженности электрического поля внутри жилых зданий и на открытой территории до значений, предусмотренных в ГОСТе.

Металлические кровли зданий, оставляемых в санитарно-защитных зонах, должны быть заземлены не менее чем в двух местах. Сопротивление заземления не нормируется.

Напряженность электрического поля в зданиях, оставляемых в санитарно-защитных зонах, и имеющих неметаллическую кровлю, может быть снижена путем установки заземленной металлической сетки на крыше этих зданий. Напряженность электрического поля на открытых территориях, расположенных в этих зонах, может быть снижена путем установки экранирующих перегородок (железобетонных заборов, тросовых экранирующих устройств) или посадкой деревьев и кустарника высотой не менее 2 метров.

Шпалерную проволоку для подвески винограда, хмеля и т.п., находящуюся в санитарно-защитных зонах ВЛ, рекомендуется располагать перпендикулярно к оси ВЛ. Каждый проводник должен быть заземлен не менее чем в трех точках. Сопротивление заземления не нормируется.

При проведении строительно-монтажных работ в санитарно-защитных зонах ВЛ необходимо заземлять протяженные металлические объекты (трубопроводы, кабели, провода линий связи и пр.) не менее чем в двух точках, а также на месте производства работ. Сопротивление заземления также не нормируется.

В местах пересечения автодорог с ВЛ должны устанавливаться дорожные знаки запрещающие остановку транспорта в санитарно-защитных зонах этих ВЛ.

В районах прохождения ВЛ персонал предприятия электрических сетей, обслуживающих эти ВЛ, должен проводить разъяснительную работу среди населения по пропаганде мер безопасности при работах и нахождении вблизи ВЛ.

При подготовке и в процессе проведения сельскохозяйственных и других работ вблизи ВЛ лица, ответственные за проведение этих работ, должны проводить инструктаж работающих и обеспечивать выполнение мер защиты от воздействия электрического поля, регламентируемых Санитарными нормами и правилами.

3.5.2. Защита электротехнического персонала от электромагнитных полей ВЛ

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

Защита работников от воздействия электромагнитных полей промышленных частот осуществляется путем:

- ограничения места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ (защита расстоянием и временем);
- использования средств индивидуальной защиты;
- использования технических средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места (экранов, отражателей, ограждений);
- выбора рациональных режимов работы оборудования;
- применения средств обозначений зон с повышенным уровнем ЭМИ.

Общая структура мер защиты от воздействия электромагнитных излучений представлены в табл.3.1.

Таблица 3.1 - 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 и рабочего места	Организация рабочего места по-дальше 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
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.

Индивидуальным средством защиты от вредного воздействия ЭП промышленной частоты является экранирующий костюм. Он представляет собой комплект, состоящий из куртки с капюшоном и полукомбинезона, а для дежурного персонала станций – халат с капюшоном. Для ремонтного персонала дополнительно используются: экранирующий головной убор – каска с электропроводящим покрытием; специальная обувь – ботинки с проводящей подошвой, а при большой напряженности – сапоги с электропроводящим верхом; перчатки и рукавицы из токопроводящей ткани. Для экранирования лица при большой напряженности применяется съемный экран из мелкой металлической сетки или электропроводящего органического стекла. Токопроводящие элементы всех деталей экранирующего костюма имеют между собой надежный электрический контакт. Для изготовления элементов одежды используется металлизированная ткань, получаемая из обычной методом электрохимической металлизации. Ткань обладает малой толщиной, достаточной легкостью и гибкостью. Ее поверхностное электрическое сопротивление не превышает 2 Ом. Внутри куртки и полукомбинезона имеется подкладка из хлопчатобумажной ткани, изолирующая тело работающего от электропроводящего материала.

Раздел 4. Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ

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

Известно, что экстремально сильные поля создаются на подстанциях, в непосредственной близости от мощных электрических устройств: генераторов, двигателей, трансформаторов. К числу источников электромагнитных влияний также относятся: контактная сеть электрифицированных железных дорог; радиостанции, излучающие электромагнитную энергию высокой частоты; высоковольтные воздушные линии электропередач (ВЛ) и т.д.

В данном разделе из многогранной проблемы электромагнитной совместимости выделена проблема влияния действующих высоковольтных ВЛ 35...750 кВ на смежные устройства.

В общем случае все трехфазные ВЛ создают в окружающем пространстве неуравновешенные магнитные и электрические поля (рис. 4.1).

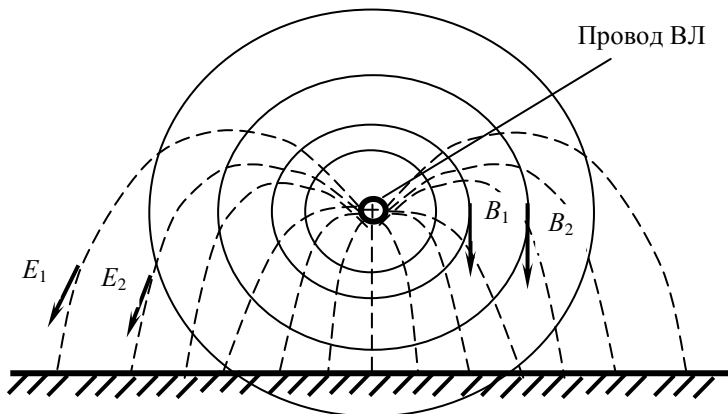


Рис. 4.1. Напряженность электрического поля (E) и магнитная индукция магнитного поля (B) в пространстве около провода ВЛ

Если вблизи действующей трехфазной ВЛ расположить проводник (рис. 4.2), то под влиянием электрического и магнитного полей в нём возникнут индуцированные напряжение $U_{и}$ и ток $I_{и}$. Линию, в которой действует переменное напряжение и протекает переменный ток, считают влияющей, а проводник, в котором индуцируются (наводятся) напряжения и ток, считают находящимся в зоне влияния.

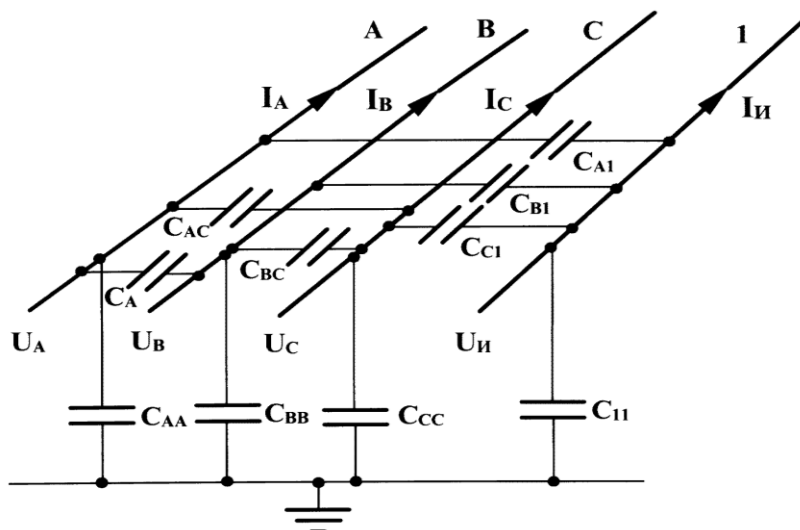


Рис. 4.2. Взаимное расположение влияющей трехфазной ВЛ и проводника, подверженного влиянию

В большинстве известных методик по оценке электромагнитных влияний уровень наведенных напряжений (УНН) представляет собой результат совместного действия электрического и магнитного полей, создаваемых токами и напряжениями действующих ВЛ. В связи с этим величина наведенного напряжения согласно принципу суперпозиции определяется как геометрическая сумма двух составляющих – электромагнитной (E_M) и электростатической (U_3).

Рассмотрим каждую из них детальнее.

Тема 4.1. Магнитные влияния действующей ВЛ

Электромагнитная составляющая (продольная ЭДС) наводится в проводах подверженной влиянию ВЛ за счет электромагнитной связи с проводами действующих ВЛ. Величину продольной ЭДС с учетом заданного количества влияющих ВЛ определяют по формуле

$$E_{jkimn} = \omega n M_{jkimn} I_{jkn} l_c S_{\text{общ.м}}, \quad (4.1)$$

где M_{jkimn} – коэффициент взаимной индукции между m -м проводом i -й действующей ВЛ и k -м проводником подверженного влиянию j -го смежного устройства на частоте n -й гармоники,

Гн/км; I_{ikn} – величина n -й гармоники тока в фазе m i -й действующей ВЛ, А; l_c – длина параллельного сближения, км; $S_{\text{общ.м}}$ – общий коэффициент защитного действия при магнитном влиянии.

Используя данную методику, можно определить величину электромагнитной составляющей наведенного напряжения (ЭМН) в любом месте подверженного влиянию провода, а по величине допустимого напряжения прикосновения – зону безопасного прикосновения к проводу при одновременном влиянии на него нескольких ВЛ, работающих в несинусоидальном и несимметричном режимах.

Выражение (4.1) справедливо при постоянной взаимной индуктивности между влияющими и подверженными влиянию однопроводными цепями, т.е. при *параллельном сближении*, когда кратчайшее расстояние между проводниками отличается от среднего не более чем на 10 %. При сложной трассе сближения – *косом сближении* – однопроводную цепь, подверженную влиянию, разделяют на n участков с таким расчетом, чтобы кратчайшие расстояния между влияющей цепью и подверженной влиянию по концам каждого такого участка (a_1 и a_2 , м) не превышали бы друг друга более чем в три раза. При этом эквивалентную ширину сближения параллельного участка (a_3 , м) находят по формуле

$$a_3 = \sqrt{a_1 a_2} . \quad (4.2)$$

Тогда выражение для индуцированной ЭДС в однопроводной цепи, при косом сближении с влияющей линией на i -м участке сближения длиной l_i , км, примет вид

$$E_m = -j\omega I \sum_{i=1}^n M_i l_i . \quad (4.3)$$

Для частоты 50 Гц коэффициент взаимной индукции можно рассчитать по выражению

$$M = \left[1 + 2 \ln \frac{10^4}{1,78 a_3 \sqrt{10\pi\omega\gamma_3}} - j \frac{\pi}{2} \right] 10^{-4} , \quad (4.4)$$

где γ_3 – удельная проводимость земли, См/м.

Следует отметить, что реальный грунт в большинстве случаев характеризуется неоднородной структурой. Так, например, вечномерзлотный грунт, распространенный в большинстве регионов Сибири, имеет четырехслойную структуру. Как показали многочисленные исследования, выполненные на территории Восточной Сибири и Красноярского края, толщина верхнего, так называемого «активного» (деятельного), слоя грунта, в пределах которого имеют место существенные сезонные изменения температуры и влажности, составляет 0,7...1,5 м. Далее следует аккумуляционный слой толщиной 10...20 м, температура которого всегда отрицательна, хотя и испытывает сезонные колебания. Слой постоянной температуры – основная часть вечномерзлого грунта – простирается на глубину до нескольких сотен метров и круглогодично сохраняет температуру от -2 до -7 °С. И, наконец, подстилающий слой, сохраняющий положительную температуру в течение всего года. При этом неоднородность грунта резко увеличивается в морозные зимние и засушливые летние месяцы, а также при сезонных изменениях уровня грунтовых вод. Все вышеизложенное приводит к тому, что коэффициент взаимной индукции, зависящий от удельной проводимости грунта γ_3 , будет изменяться в зависимости от погодных условий (времени года) и глубины проникания магнитного поля.

Тема 4.2. Электрические влияния действующей ВЛ

Электростатическая составляющая наведенного напряжения U_3 обусловлена электрическими потенциалами проводов (см. рис. 4.2). Её величина зависит от рабочего напряжения действующей ВЛ, поперечных геометрических размеров и взаимного расположения влияющих ВЛ и подверженных влияниям смежных устройств и определяется емкостными связями системы проводов.

Для учета схемно-режимных особенностей сложных электрических сетей с пониженным качеством электроэнергии целесообразно значение электростатической составляющей (ЭСН) на-

ходить отдельно для каждой гармоники. При этом первоначально рассчитывают величину электростатической составляющей в k -м проводнике подверженного влиянию j -го смежного устройства от m -го провода i -й действующей ВЛ на частоте n -й гармоники:

$$U_{jkimn} = U_{imn} \frac{\omega n C_{jkim} l_c S_3}{\sqrt{\frac{1}{R_{\text{зaz}}}^2 + \omega^2 n^2 (C_{jkim} l_c + C_{jk-k} l_j)^2}}, \quad (4.5)$$

где U_{imn} – напряжение n -й гармоники в проводе m i -й действующей ВЛ; ω – круговая частота, рад/с; n – номер гармоники; C_{jkim} – частичная емкость между k -м проводником подверженного влиянию j -го смежного устройства и m -м проводом i -й действующей ВЛ, Ф/км; $R_{\text{зaz}}$ – сопротивление, включенное между проводником k j -го подверженного влиянию смежного устройства и землей, Ом; C_{jk-k} – погонная емкость подверженного влиянию проводника по отношению к земле, Ф/км; l_c – длина параллельного сближения, км; l_j – длина подверженного влиянию проводника, км; S_3 – коэффициент экранирования при электростатическом влиянии.

Определение ЭСН становится очень важным в тех случаях, когда проводник, подверженный электрическому влиянию со стороны действующей ВЛ, заземлен на достаточно большое по величине сопротивление заземления $R_{\text{зaz}}$ или совсем не имеет контакта с землей. При таких условиях электростатическая составляющая может достигать весьма больших значений. Если же отключенный провод заземлен на какое-либо конечное сопротивление (0,5; 5; 10; 30 Ом), то величина ЭСН значительно снижается и определяется как падение напряжения на данном сопротивлении $R_{\text{зaz}}$ от протекания емкостного тока.

В электрических сетях сопротивления реальных заземлителей $R_{\text{зaz}}$, в ряде случаев нормируемые (сопротивление заземляющего контура подстанции, опор ВЛ) или характеризующиеся геометрическими размерами (например, согласно ПТБ «заземлитель длиной не менее 0,5 м»), всегда имеют конкретные значения, отличные от нуля (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Значения сопротивлений заземления

Вид заземлителя	Величина $R_{\text{зaz}}$, Ом
Заземлители подстанции	0,5...10,0
Заземлители опор ВЛ	10...30
Система «трос – опора ВЛ»	2...5
Штырь, забитый в землю на глубину 0,5 м	50...500...1000

Величину сопротивления стержневого заземлителя, который в ряде случаев используется для заземления смежного устройства на месте производства работ, определяют из следующего выражения:

$$R_{\text{зaz}} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}, \quad (4.6)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом*м; l и d – соответственно длина и диаметр стержня, м.

Как явствует из формулы (4.6), эффективность выбора заземлителя во многом обусловлена значением удельного сопротивления грунта ρ , которое в большинстве случаев принимают для наиболее характерного в данном регионе типа грунта, предполагая его однородным, с небольшим диапазоном возможных изменений. Так, для территории, обслуживаемой «Иркутскэнерго», в летний период обычно используют $\rho = 150...250$ Ом*м.

После определения U_{jkimn} от всех фаз i -й ВЛ рассчитываются результирующие значения ЭСН от одноименных фаз всех действующих ВЛ и вычисляют результирующую ЭСН от всех фаз действующих ВЛ на частоте n -й гармонической составляющей. Рассчитав отдельные составляю-

шие U_{jkn} от действия всех доминирующих гармоник тока в действующих ВЛ, можно найти окончательную величину ЭСН.

Полученная при этом величина ЭСН в случае влияния коротких линий остается неизменной по всей длине подверженного влиянию провода. При параллельном сближении длинных линий возникает необходимость учитывать изменение напряжения по длине в действующих ВЛ вследствие протекания волновых процессов.

Тема 4.3. Результирующее значение наведенного напряжения

Результирующая величина УНН в каждой точке подверженного влиянию проводника складывается из электромагнитной и электростатической составляющих:

$$U_{\Sigma} = \sqrt{E_{jk}^2 + U_{jk}^2} \quad (4.7)$$

При этом для коротких линий ЭМН изменяется при перемещении вдоль проводника, а ЭСН остается практически постоянной в любой его точке (рис. 4.3).

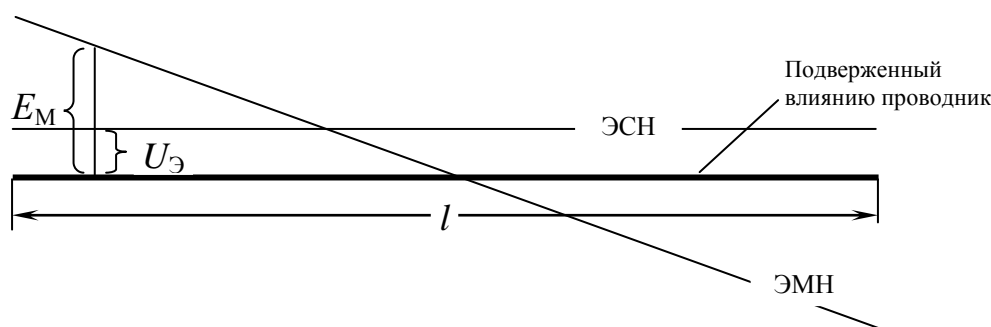


Рис. 4.3. Эпюры распределения ЭСН и ЭМН вдоль подверженного влиянию проводника

Тема 4.4. Проблема наведенных напряжений в электрических сетях

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

При прикосновении к незаземленным металлическим предметам, сельскохозяйственным машинам и транспортным средствам, находящимся в зоне электромагнитного влияния действующих электроустановок высокого напряжения, человек может подвергнуться воздействию кратковременных разрядов. В этом случае он оказывается включенным в электрическую цепь и по нему начинает протекать электрический ток, величина которого зависит от множества различных факторов и в некоторых ситуациях может превышать безопасные значения. Повышенную опасность представляют собой касания к металлическим конструкциям большой протяженности (проводам, металлическим ограждениям, трубопроводам и т.д.). Это обстоятельство объясняется прямой зависимостью уровня наведенного напряжения (УНН) от длины параллельного сближения подверженного влиянию проводника и действующей ВЛ. Наибольшей опасности, с этой точки зрения, подвергаются члены строительно-монтажных бригад и обслуживающий персонал, проводящие строительные, монтажные и ремонтные работы на смежных устройствах, находящихся под наведенным напряжением, т.к. большинство операций в этом случае связано с непосредственным прикосновением к металлическим проводникам.

Опыт эксплуатации ВЛ 35...750 кВ свидетельствует о том, что при определенных условиях на протяженных металлических конструкциях, находящихся вблизи действующей ВЛ, возможно появление опасных для жизни потенциалов даже при заземлении таких конструкций в полном соответствии с требованиями Правил техники безопасности. Так, например, на проводах (тросах) строящихся (отключенных) ВЛ 110...750 кВ в электрических сетях России и Украины даже при нормальных режимах работы электрической сети величина наведенного напряжения на отдельных ВЛ превышает допустимое значение напряжения прикосновения, принятое отечественным

стандартом равным 25 В, и напряженность поля значительно превышает допустимую – 5 кВ/м (табл. 4.2). В связи с повышенной опасностью поражения персонала электрическим током такие ВЛ выделяются в отдельную группу и считаются находящимися в зоне *усиленного действия* наведенного напряжения.

Ряд несчастных случаев с летальным исходом, имевших место в отечественных электрических сетях при строительстве, ремонте и текущей эксплуатации ВЛ, находящихся в зоне наведенного напряжения, потребовал пересмотра отношения к проблеме обеспечения биоэлектромагнитной совместимости при производстве работ на таких ВЛ.

Эта проблема остается актуальной, несмотря на то что в последнее время в отечественных и зарубежных ЭЭС достаточно широко используется система ремонтов и технического обслуживания ВЛ 35...750 кВ без снятия напряжения. Она позволяет сохранять нормальный режим работы электрических сетей, обеспечивая при этом их высокую надежность. Однако применение данной, безусловно, прогрессивной системы в условиях реальной эксплуатации электрических сетей и в электросетевом строительстве сопряжено со значительными трудностями, обусловленными тем, что работы без снятия напряжения охватывают достаточно ограниченные технологические операции на проводах, изоляторах, арматуре и других элементах ВЛ. Кроме того, серьезным препятствием для использования этой системы являются и погодные условия. Работы на линиях электропередачи без снятия напряжения можно проводить лишь при таких метеорологических условиях, которые не создают опасности внезапного повышения напряжения.

Таблица 4.2 Удельные значения продольных ЭДС на проводах отключенных (строящихся) ВЛ 220...750 кВ

Диспетчерское наименование ВЛ	Величина E_{M0} , кВ/м	Расчётная длина безопасного участка сближения, км
«Братск – Усть-Илимск» – 220 кВ	50,0	1,2
«Братск – Усть-Илимск» – 500 кВ	190,0	0,2
«Братск – Иркутск» – 500 кВ	42,1	1,0
«ЛГРЭС – Винница» – 330 кВ	17,6	2,4
«Винница – Бар» – 330 кВ	27,1	1,5
«Хмельницкая АЭС – Шепетовка» – 750 кВ	25,8	1,6
«Хмельницкая АЭС – Западно-Украинская» – 750 кВ	22,1	1,9

Многочисленные исследования электромагнитных влияний показали, что наибольших значений наведенных напряжений от электромагнитной составляющей нужно ожидать в следующих случаях:

- 1) на концах смежного устройства при заземлении его в одной точке;
- 2) при заземлении отключенной (строящейся) ВЛ, находящейся под наведенным напряжением, на обоих концах на значительные сопротивления заземления (10 Ом и выше). Особенно неблагоприятным оказывается тот случай, когда отключенная (строящаяся) ВЛ заземлена на контур заземления, рассчитанный не по значению сопротивления, а по напряжению прикосновения, где $R_{\text{заз}}$ не нормируется (может оказаться, что $R_{\text{заз}} \gg R_{\text{внутр.ВЛ}}$ и на контуре будет напряжение, составляющее большую часть E_M);
- 3) при плохом контакте (десятки или сотни Ом) переносного заземлителя между контуром заземления и смежным устройством;
- 4) на участках, где смежное устройство удаляется от влияющей ВЛ (рис. 4.4);
- 5) когда на действующей ВЛ произошло короткое замыкание.

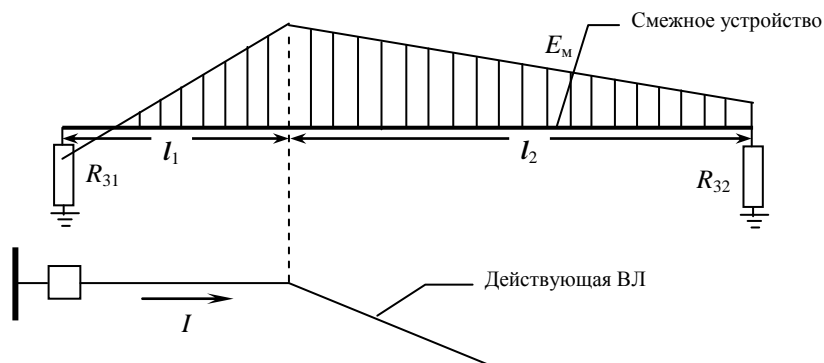


Рис. 4.4. Эюра распределения ЭМН (E_M) вдоль смежного устройства

Участки смежных устройств, на которых величина наведенного потенциала в аварийном режиме превышает 15 кВ, считаются «зоной повышенной опасности по условию электромагнитного влияния» (ЗПО_{эм}).

Кроме того, отдельно выделяют протяженные металлические конструкции, находящиеся под особо сильным электростатическим воздействием. Это относится к случаям, когда заземление проводника, подверженного влиянию, на инвентарный заземлитель не обеспечивает безопасных условий производства работ, поскольку величина наведенного напряжения превышает допустимое значение, равное 25 В. Участки таких объектов считаются «зоной повышенной опасности по условию электростатического влияния» (ЗПО_{эс}).

В связи со сказанным расчет и анализ наведенных напряжений на протяженных металлических конструкциях, находящихся в зоне электромагнитного влияния действующих ВЛ 35...750 кВ, обязателен при разработке проекта производства работ на таких объектах, а также при выборе исходных электрических схем. При этом решаются вопросы не только обеспечения безопасных условий производства работ при выполнении монтажа проводниковых конструкций, но и определения, например, целесообразности прокладки трассы проектируемых ВЛ параллельно действующим линиям.

Тема 4.5. Способы снижения наведенных напряжений

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

В связи с вышеизложенным перед отечественными и зарубежными энергетиками остро встает вопрос о необходимости достоверной оценки электромагнитных влияний воздушных линий высокого и сверхвысокого напряжения на смежные устройства с последующей разработкой безопасных для здоровья человека условий производства работ, а также с обеспечением нормального функционирования электрооборудования в реальной электрической сети.

Работы на смежных устройствах, находящихся в зоне наведенного напряжения и подверженных электромагнитному влиянию действующих высоковольтных ВЛ, требуют эффективного заземления этих устройств, что позволит обеспечить безопасные условия для производства работ на данных объектах. Наиболее остро эта проблема встает при строительстве и ремонте воздушных линий, особенно в тех ситуациях, когда отключенная цепь находится на одной опоре с действующей цепью, а также при прокладке кабеля волоконно-оптической связи по грозозащитному тросу действующей ВЛ. В таких случаях отключенные проводники ближе всего находятся от проводов ВЛ, по которым протекает переменный ток.

При заземлении отключенного провода ВЛ, находящегося под наведенным напряжением, на отдельные заземлители происходит перенос потенциала с провода на вход заземлителя. Возникающая при стекании тока в землю разность потенциалов между отдельными точками зоны его растекания может достигать значений, представляющих опасность для человека. В связи с этим при работе на отключенных (строящихся) ВЛ, находящихся в зоне электромагнитного влияния, снижение УНН на рабочем месте до допустимой величины 25 В обеспечивается по схемам зазем-

ления ВЛ, которые осуществляются с помощью подстанционного или базового заземления, а в ряде случаев – специального заземления. Помимо указанных заземлений на рабочих местах на ЛЭП могут устанавливаться также линейные заземлители.

В соответствии с этим, согласно Правилам по охране труда, при работах на ВЛ под наведенным напряжением принимаются следующие схемы заземления.

Схема № 1: ВЛ заземлена с обоих концов на подстанционное заземление (рис. 4.5).

Заземление линии на её концах жестко фиксирует потенциальную характеристику, и положение точки нулевого потенциала зависит от значений сопротивлений заземляющих устройств на подстанции I (ПС_I) и подстанции II (ПС_{II}) и определяется по формуле

$$X'_0 = \frac{l_c R_{31}}{R_{31} + R_{32}} . \quad (4.8)$$

При этом точка нулевого потенциала смещается в сторону меньшего из сопротивлений заземляющих устройств (см. рис. 4.5, б).

Схема № 2: ВЛ на одном конце разземлена, а на другом конце заземлена на подстанционное заземление (см. рис. 4.5, в).

Схема № 3: ВЛ разземлена с обоих концов и заземлена на рабочем месте на базовое заземление. Это освобождает потенциальную характеристику от жесткой связи с землей на подстанциях. Точка нулевого потенциала совпадает с местом установки заземления. При смещении точки заземления по линии от *a* к *x* потенциалы точек *a* и *x* изменяются (рис. 4.5, г):

$$U_a = \frac{E l_1}{l_1 + l_2} ; \quad U_x = E - E \frac{l_1}{l_1 + l_2} . \quad (4.9)$$

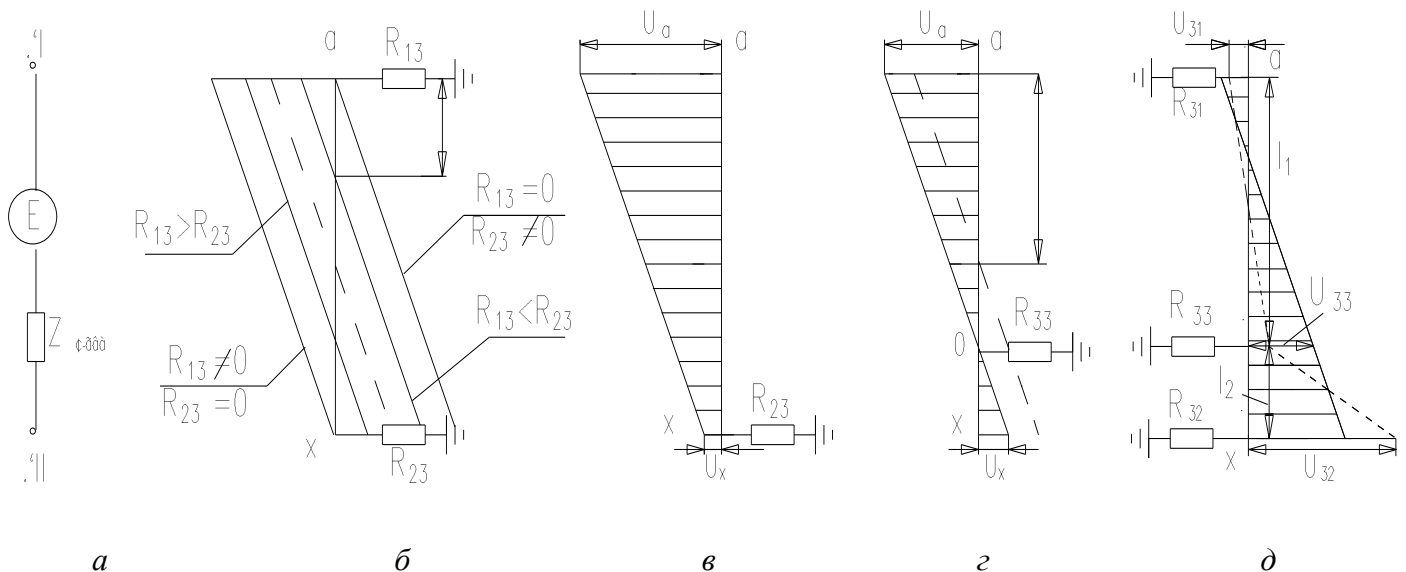


Рис. 4.5. Потенциальные характеристики провода отключенной ВЛ, находящейся в зоне электромагнитного влияния действующей ЛЭП

Основным недостатком схемы № 3 является проблема заземления ВЛ на базовый заземлитель, связанная с переходом от одного рабочего места к другому, а также с надежностью базового заземления: выход его из строя переводит линию в режим разземленной ВЛ, в результате чего значение наведенного напряжения за счет электростатической составляющей может достигать нескольких кВ.

Еще один вариант заземления ВЛ, находящейся под наведенным напряжением, – *схема № 4*: ВЛ заземляется по схеме № 1 или № 2 и в одном или нескольких местах заземляется на специальное заземление (см. рис. 4.5, д).

В данном случае потенциалы точек a и x относительно земли определяют как падение напряжения на заземлителях R_{31} и R_{32} от протекания тока, циркулирующего в контуре:

$$U_{31} = \frac{E R_{31}}{\sqrt{R_0 l + R_{31} + R_{32}^2 + X_0 l^2}}; \quad (4.10)$$

$$U_{32} = \frac{E R_{32}}{\sqrt{R_0 l + R_{31} + R_{32}^2 + X_0 l^2}}, \quad (4.11)$$

где R_0 и X_0 – соответственно активное и реактивное сопротивление на единицу длины провода.

Положение точки нулевого потенциала находят по формуле

$$X_0 = \frac{R_{31} \left(l + l_1 \frac{R_{32}}{R_{33}} \right)}{R_{31} + R_{32} + \frac{R_{31} R_{32}}{R_{33}}}, \quad (4.12)$$

где l_1 – расстояние до рабочего места от ПСИ; R_{33} – сопротивление заземляющего устройства на месте работ.

Применение схемы заземления № 4 позволяет существенно расширить области применения схем № 1 и № 2 и одновременно ограничить применение схемы № 3. Предлагаемая схема № 4 позволяет снизить УНН до безопасного значения по всей длине линии или по меньшей мере на отдельных её участках. В этом случае работы могут производиться с применением обычных средств защиты. В практическом отношении использование схемы № 4 не представляет особых затруднений. Специальное заземление ВЛ 110 кВ и выше осуществляется на систему «трос-опора», а ВЛ с изолированным тросом – на заземляющее устройство одной или нескольких опор с предварительным шунтированием искровых промежутков.

Если вышеприведенные схемы заземления не позволяют снизить УНН до безопасной величины, то определенным выходом является способ, связанный с сокращением длины параллельного сближения l_c . Как видно из расчетных формул (4.1) и (4.5), электромагнитная и электростатическая составляющие наведенного напряжения зависят прямо пропорционально от длины параллельного сближения. Таким образом, уменьшая l_c , мы снижаем УНН.

В практической деятельности, например, при ремонте отключенных ВЛ сокращение длины параллельного сближения может достигаться путем разрыва проводов в шлейфах анкерных опор. Применение этого способа позволяет в большинстве случаев значительно снизить УНН и достичь его безопасного значения.

Тема 4.6. Способы и средства оценки наведенных напряжений

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

Анализ проблемы электромагнитных влияний показывает, что оценка уровней наведенных напряжений в электрических сетях энергосистем представляет достаточно сложную задачу. Величина УНН зависит от множества различных факторов: от режима работы влияющей ВЛ, взаимного расположения действующей ВЛ и подверженного влиянию уст-

ройства, протяженности трасс параллельного следования и т.д. Определить величину УНН можно двумя способами: прямыми измерениями и расчетом.

4.6.1. Определение УНН с помощью прямых измерений

Наведённое напряжение на проводе определяют с помощью измерительного прибора, заземлённого на опоре (спуске, заземлителе), относительно точки нулевого потенциала, расположенной на расстоянии 15...20 м от места заземления провода (рис. 4.6).

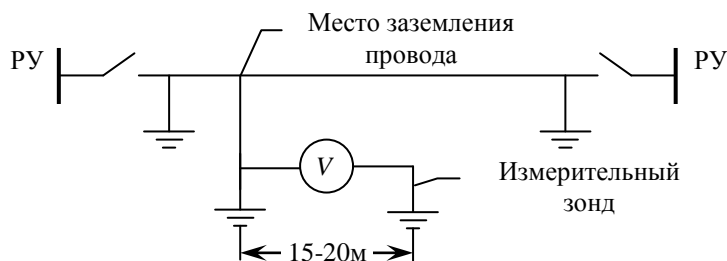


Рис. 4.6. Схема измерения наведенного напряжения на проводе отключенной ВЛ

В качестве измерительного прибора может быть использован вольтметр переменного тока любого типа с входным сопротивлением не менее 1 кОм и верхним пределом измерений не менее 0,5 кВ. Наиболее используемыми в электрических сетях являются следующие приборы для измерений: Ц4342 М1, Ц4352 М1, Ц4324, Ц4316М1, Ц2005, Ц4317М, Ц43104, Ц43109, Ц4505, С-196(С-96).

Измерения производят на земле, без подъёма на высоту, два работника с группой по электробезопасности не ниже IV, один из которых обеспечивает присоединение измерительного прибора к месту заземления провода (к опоре, спуску, заземлителю), другой производит отсчёт показаний прибора и при необходимости переключения на нём пределов измерений. Оба работника должны работать в диэлектрических перчатках и диэлектрических ботах (для защиты от шагового напряжения).

Измерения в каждом месте их проведения выполняют в следующем порядке.

На расстоянии 15...20 м от места заземления провода устанавливают измерительный зонд (в точке нулевого потенциала). Он может быть размещён в любом направлении относительно опоры (спуска, заземлителя). Глубина его погружения в грунт – не менее 0,5 м.

К измерительному зонду с помощью изолированного провода присоединяют измерительный прибор. Для этого используют гибкий медный провод сечением не менее 1 мм² с изоляцией, рассчитанной на напряжение 2,5 кВ. На приборе устанавливают верхний предел измерения.

К измерительному прибору также с помощью изолированного провода с изоляцией, рассчитанной на напряжение не менее 2,5 кВ, присоединяют изолирующую штангу, предназначенную для работы в электроустановках напряжением 2...15 кВ. В качестве изолирующей штанги могут быть использованы: штанга для наложения заземления, оперативная штанга и другие типы изолирующих штанг.

Один из работников, выполняющих измерения, производит касание изолирующей штангой опоры (спуска, заземлителя), на которой заземлён провод (рис. 4.7). Место касания штангой элемента опоры должно быть предварительно, еще до заземления провода в месте измерения, очищено от краски.

Другой работник в этот же момент фиксирует по измерительному прибору факт превышения или непревышения установленного диапазона измерения.

В случае если стрелка прибора зашкаливает, необходимо незамедлительно отсоединить изолирующую штангу от заземленной опоры (спуска, заземлителя), затем заменить измерительный прибор другим прибором, с большим пределом измерения, после чего снова коснуться изолирующей штангой опоры (спуска, заземлителя) и убедиться в том, что показание находится в диапазоне измерения прибора.

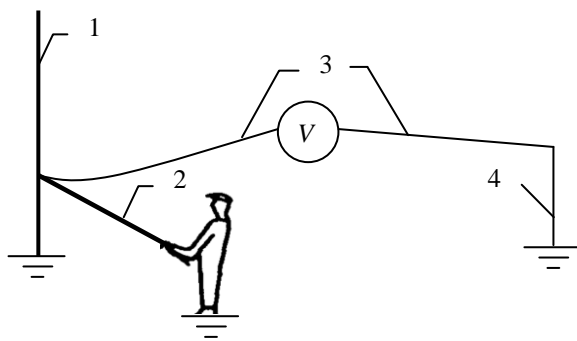


Рис. 4.7. Схема подсоединения измерительного прибора к месту заземления провода ВЛ: 1 – опора (заземлитель); 2 – изолирующая штанга; 3 – изолированные провода; 4 – измерительный зонд

Снятие показаний по измерительному прибору должно производиться при устойчивом касании измерительной штангой опоры (спуска, заземлителя). При необходимости переключения предела измерения прибора следует сначала отсоединить изолирующую штангу (а следовательно, и прибор) от заземлённого элемента и лишь затем переключить предел измерения.

Отсоединение измерительного прибора производится после отсоединения изолирующей штанги от места заземления провода.

По окончании измерения в одном месте ВЛ и переезде на другое место заземление в месте произведённого измерения должно быть снято и установлено на новом месте измерения.

В процессе производства измерений фактический рабочий ток влияющей ВЛ может изменяться по значению; кроме того, он может существенно отличаться от наибольшего рабочего тока, передаваемого по проводам этой линии при максимальной ее загрузке. Значение наибольшего рабочего тока, передаваемого по ВЛ, определяется по данным диспетчерской службы предприятия электрических сетей (энергосистемы) для конкретной ВЛ из расчета на перспективу не менее чем на один год с учетом фактических генерирующих мощностей, максимального перетока мощности по ВЛ, изменения схемы сети.

Выполняя измерения, необходимо фиксировать время, чтобы установить в диспетчерской службе (по оперативным журналам) фактическую нагрузку влияющей ВЛ в моменты измерений и в конечном итоге произвести пересчет измеренных значений напряжений на максимальную нагрузку влияющей ВЛ (см. ниже).

По окончании измерений значение наведенного напряжения $U_{рез\ max}$ определяют путем пересчета результатов измерений к наибольшему рабочему току влияющей ВЛ:

$$U_{рез\ max} = U_{изм} \frac{I_{нб}}{I_{факт}},$$

где $U_{изм}$ – измеренное наведенное напряжение, В; $I_{нб}$ – наибольший рабочий ток влияющей ВЛ, А; $I_{факт}$ – ток нагрузки влияющей ВЛ при измерении, А.

При прохождении отключенной ВЛ в коридоре нескольких влияющих ВЛ пересчет производят с учетом наибольшего рабочего тока линии, ближайшей к отключенной ВЛ, а при прочих равных условиях – линии с максимальным значением тока $I_{нб}$.

При изменении со временем значения наибольшего рабочего тока влияющей ВЛ необходимо произвести пересчет наведенного напряжения по формуле (4.12) на новое значение $I_{нб}$, используя полученные при измерениях значения $U_{изм}$ и $I_{факт}$.

На основе произведенных измерений на предприятии электрических сетей должен быть составлен перечень ВЛ (ВЛС), на заземленных проводах и тросах которых остается наведенное напряжение выше 25 В (по отношению к земле) при наибольшем рабочем токе влияющих ВЛ.

4.6.2. Расчетный способ оценки УНН

Данные многочисленных исследований свидетельствуют о том, что определение УНН путем прямых измерений в реальных электрических сетях провести достаточно сложно, а в ряде случаев и невозможно. Объясняется это как трудностью проведения самих измерений в полевых условиях, так и сложностью пересчета результатов измерения наведенного напряжения к режиму наибольших нагрузок влияющих ВЛ. Тем более, что при двух и большем количестве влияющих ВЛ такой пересчет сделать крайне затруднительно, так как для этого необходимо знать доленое участие каждой влияющей ВЛ в формировании измеренного значения наведенного напряжения. Кроме того, в электросетевом строительстве часто значения ожидаемых УНН необходимо знать еще до начала строительства – на стадии проектирования. Поэтому для получения достоверной информации о величине наведенного напряжения на смежном устройстве, подверженном электростатическому и электромагнитному влиянию от одной или нескольких действующих ВЛ, проходящих в непосредственной близости от него, необходимы эффективные методики и алгоритмы расчета УНН, которые бы достаточно полно учитывали особенности сложных электрических сетей.

В настоящее время для оценки УНН от высоковольтных ВЛ применяются несколько известных программно-вычислительных комплексов: «Расчет наведенных напряжений на линиях электропередачи» (г. Киев); «Sky-EF», «L-Field», «Field» Московского энергетического института; ПВК «NAVODKA-2002» БрГУ; «Программа расчёта магнитных полей высоковольтных ЛЭП» (г. Суздаль).

ПВК «NAVODKA-2002», разработанный на кафедре систем электроснабжения Братского государственного университета, позволяет рассчитать значения УНН на смежных ВЛ при электромагнитном влиянии действующих ВЛ любого класса напряжения с учетом несинусоидальных и несимметричных режимов работы электрических сетей.

ПВК реализует возможность проведения массовых расчетов для всех возможных схем взаимного расположения влияющих ВЛ и подверженных влиянию устройств:

- смежное устройство расположено между действующими ВЛ;
- смежное устройство расположено между действующими ВЛ, часть из которых отключена;
- смежное устройство расположено вне коридора действующих ВЛ.

При этом в качестве смежного устройства, подверженного электромагнитному влиянию, в новом ПВК можно рассматривать не только ВЛ, но и другие протяженные металлические коммуникации. Кроме того, в случае необходимости можно рассчитать величины наведенных напряжений одновременно на нескольких разнотипных смежных устройствах, находящихся в зоне электромагнитного влияния действующих ВЛ.

Наряду с этим математические модели, заложенные в ПВК «NAVODKA-2002», позволяют учесть в расчетах и экранирующее влияние на величину наведенного напряжения заземленных проводов и тросов, при наличии таковых на исследуемом участке. Следует также отметить, что в ПВК была отработана возможность рассчитывать наведенные напряжения при различных режимах работы действующих ВЛ: как нормальных, так и аварийных.

Тема 4.7. Обеспечение безопасных условий производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП

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

В соответствии с требованиями Правил по охране труда персонал, обслуживающий ВЛ, должен иметь перечень линий, которые после отключения находятся под наведенным напряжением (НН), ознакомлен с этим перечнем и значениями наводимого напряжения. Наличие наведенного напряжения на ВЛ должно быть записано в строке «Отдельные указания» наряда.

В случаях наличия на отключенных ВЛ и ВЛС наведенного напряжения перед соединением или разрывом электрически связанных участков (проводов, тросов) необходимо выровнять их потенциалы. Уравнивание потенциалов осуществляется путем соединения проводником этих участков или установкой заземлений по обе стороны разрыва (предполагаемого разрыва) с присоединением к одному заземлителю (заземляющему устройству).

На ВЛ под наведенным напряжением работы с земли, связанные с прикосновением к проводу, опущенному с опоры вплоть до земли, должны выполняться с использованием электрозащитных средств (диэлектрические перчатки, штанги) или с металлической площадки, соединенной для выравнивания потенциалов проводником с этим проводом.

Работы с земли без применения электрозащитных средств и металлической площадки допускаются при условии заземления провода в непосредственной близости к каждому месту прикосновения.

Применяемые при монтаже проводов на ВЛ под наведенным напряжением стальные тяговые канаты сначала необходимо закреплять на тяговом механизме и для выравнивания потенциалов заземлять на тот же заземлитель, что и провод. Только после этого разрешается прикреплять канат к проводу. Разъединять провод и тяговый канат можно только после выравнивания их потенциалов, т.е. после соединения каждого из них с общим заземлителем.

При монтажных работах на ВЛ под НН (подъем, визирование, натяжка, перекладка проводов из раскаточных роликов в зажимы) провод должен быть заземлен на анкерной опоре, от которой ведется раскатка, на конечной анкерной опоре, через которую проводится натяжка, и на каждой промежуточной опоре, на которую поднимается провод.

По окончании работы на промежуточной опоре заземление с провода на ней может быть снято. В случае возобновления работы, связанной с прикосновением к проводу, последний должен быть вновь заземлен на той же опоре.

На ВЛ под НН перекладку проводов из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы следует проводить в направлении, обратном направлению раскатки. До начала перекладки необходимо, оставив заземленными провода на анкерной опоре, в сторону которой будет проводиться перекладка, снять заземление с проводов на анкерной опоре, от которой начинается перекладка.

При монтаже проводов на ВЛ под НН заземления с них можно снимать только после их перекладки в поддерживающие зажимы и окончания работ на данной опоре.

Во время перекладки проводов в зажимы смежный анкерный пролет, в котором перекладка уже закончена, следует рассматривать как находящийся под НН. Выполнять на нем работы, связанные с прикосновением к проводам, разрешается только после заземления их на рабочем месте.

Из числа ВЛ, находящихся под НН, организациям необходимо определить измерениями линии, при отключении и заземлении которых по концам (в РУ) на заземленных проводах остается потенциал наведенного напряжения выше 25В при наибольшем рабочем токе действующей ВЛ.

Все виды работ на этих ВЛ, связанные с прикосновением к проводу без применения основных электрозащитных средств, должны выполняться по технологическим картам, в которых должно быть указано размещение заземлений исходя из требований обеспечения на рабочих местах потенциала наведенного напряжения не выше 25 В.

Если на отключенной ВЛ (цепи), находящейся под НН, не удастся снизить это напряжение до 25 В, необходимо работать с заземлением проводов только на одной опоре или на двух смежных. При этом заземлять ВЛ (цепь) в РУ не допускается. Допускается работа бригады только с опор, на которых установлены заземления, или на проводе в пролете между ними.

При необходимости работы в двух и более пролетах (участках) ВЛ (цепь) должна быть разделена на электрически не связанные участки посредством разъединения петель на анкерных опорах. На каждом из таких участков у мест установки заземлений может работать лишь одна бригада.

На отключенной цепи многоцепной ВЛ с расположением цепей одна над другой можно работать только при условии, что эта цепь подвешена ниже цепей, находящихся под напряжением. Не допускается заменять и регулировать провода отключенной цепи.

При работе на одной отключенной цепи многоцепной ВЛ с горизонтальным расположением цепей на стойках должны быть вывешены красные флажки со стороны тех цепей, которые остались под напряжением. Флажки вывешивает на высоте 2...3 м от земли производитель работ с членом бригады, имеющим группу III.

Подниматься на опору со стороны цепи, находящейся под напряжением, и переходить на участки траверс, поддерживающих эту цепь, не допускается. Если опора имеет степ-болты, подниматься по ним разрешается независимо от того, под какой цепью они расположены. При расположении степ-болтов со стороны цепей, оставшихся под напряжением, подниматься на опору следует под наблюдением находящегося на земле производителя работ или члена бригады, имеющего группу III.

При работе с опор на проводах отключенной цепи многоцепной ВЛ, остальные цепи которой находятся под напряжением, заземление необходимо устанавливать на каждой опоре, на которой ведутся работы.

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 ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Изучение основных факторов, влияющих на тяжесть поражения человека электрическим током	2	-
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	3.	Оценка электрических и магнитных полей, создаваемых воздушными линиями высокого и сверхвысокого напряжения	4	-
5	4.	Оценка уровней наведенных напряжений на проводах отключенной (строящейся) ВЛ, находящейся в непосредственной близости от действующих ВЛ	10	-
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**

Компетенции №, наименование разделов дисциплины	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. Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека	30,25	+	+	2	15,125	Лк, ЛР,СР	экзамен
2. Способы и средства защиты персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий	15,25	-	+	1	15,25	Лк, СР	экзамен
3. Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях	27,25	-	+	1	27,25	Лк, ЛР, СР	экзамен
4. Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ	44,25	-	+	1	44,25	Лк, ЛР, СР	экзамен
Всего часов	117	15,1	101,9	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).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид заня- тия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспечен- ность, (экз./ чел.)
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, ЛР	1 (ЭУ)	1
2.	Яковкина Т. Н. Основы электробезопасности: учеб. пособие / Т.Н.Яковкина, В.А. Шакиров, К.Е. Лисицкий. – Братск: БрГУ,2016. – 198с.	Лк, ЛР	33	1

1	2	3	4	5
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%20электроустановок.2014.pdf	Лк, ЛР	1 (ЭУ)	1
4	Сибикин Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. Учебник для ВУЗов, М., Академия, 2008г.-204с.	Лк, ЛР	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, ЛР	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, ЛР	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, ЛР	1 (ЭУ)	1
8.	Правила устройства электроустановок. – СПб.: Деан.2001.- 926с.	Лк, ЛР	20	1
9.	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.:НЦ ЭНАС, 2003. – 298 с.	Лк, ЛР	7	0,5
10.	Охрана труда в электроустановках. Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.	Лк, ЛР	61	1
11.	Манойлов В.Е. Основы электробезопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 480 с., ил.	Лк, ЛР	10	0,6
12.	Электробезопасность. Теория и практика : учебное пособие / П. А. Долин [и др.]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : МЭИ, 2012. - 280 с.	Лк, ЛР	10	0,6
13.	Яковкина Т. Н. Электромагнитная совместимость в электросилового оборудования систем электроснабжения : учебное пособие / Т. Н. Яковкина, А. В. Струмяляк. - Братск : БрГУ, 2015. - 103 с.	Лк, ЛР	23	1

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=.](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] .

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 электро-безопасности

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 $I_h = f(R_{пола})$, $U_{np} = f(R_{пола})$

Режим работы нейтрали электрической сети	$R_{пола}$, кОм	1	100	900	2500
Изолированная	I_h , мА				
	U_{np} , В				
Глухозаземленная	I_h , мА				
	U_{np} , В				

Остальные параметры схемы:

- для подгруппы 1: $R_A = R_B = R_C = 1 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$; $R_{обуви} = 1 \text{ кОм}$.
- для подгруппы 2: $R_A = R_B = R_C = 10 \text{ кОм}$; $C = 0,2 \text{ мкФ}$; $R_{обуви} = 10 \text{ кОм}$.

Зависимость $I_h = f(R_{обуви})$

Режим работы нейтрали электрической сети	$R_{обуви}$, кОм	1	10	300	3000
Изолированная	I_h , мА				
Глухозаземленная	I_h , мА				

Остальные параметры схемы:

- для подгруппы 1: $R_A = R_B = R_C = 1 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$; $R_{пола} = 100 \text{ кОм}$.
- для подгруппы 2: $R_A = R_B = R_C = 10 \text{ кОм}$; $C = 0,2 \text{ мкФ}$; $R_{пола} = 2500 \text{ кОм}$.

Зависимость $I_h = f(R_{из})$

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: $R_{обуви} = 1 \text{ кОм}$; $C = 0,1 \text{ мкФ}$; $R_{пола} = 100 \text{ кОм}$.
- для подгруппы 2: $R_{обуви} = 10 \text{ кОм}$; $C = 0,2 \text{ мкФ}$; $R_{пола} = 2500 \text{ кОм}$.

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: $R_{обуви} = 1 \text{ кОм}$; $R_A = R_B = R_C = 1 \text{ кОм}$; $R_{пола} = 100 \text{ кОм}$.
- для подгруппы 2: $R_{обуви} = 10 \text{ кОм}$; $R_A = R_B = R_C = 10 \text{ кОм}$; $R_{пола} = 2500 \text{ кОм}$.

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: $I_h = f(R_{из})$, $I_h = f(C)$, $I_h = f(R_{обуви})$, $I_h = f(R_{пола})$. Результаты занести в те же таблицы (строка «глухозаземленная»).

Снять все вышеперечисленные зависимости при замыкании фазы А на землю, когда на модуле А5 $R_{зам}=2\text{кОм}$ (для подгруппы 1) и $R_{зам}=10\text{кОм}$ (для подгруппы 2)

Снять зависимости $I_h = f(R_{зам})$, $U_{пр} = f(R_{зам})$, $U_A = f(R_{зам})$ при замыкании фазы А на землю, заполнить таблицу:

Режим работы нейтрали электрической сети	$R_{зам}$, кОм	2	5	10	50	100	200	500	1000	∞
Изолированная	I_h , мА									
	$U_{пр}$, В									
	U_A , В									
Глухозаземленная	I_h , мА									
	$U_{пр}$, В									
	U_A , В									

Остальные параметры схемы:

- для подгруппы 1: $R_{обуви}=1\text{кОм}$; $R_A = R_B = R_C=10\text{кОм}$; $R_{пола}=100\text{кОм}$; $C=0,1\text{мкФ}$.

- для подгруппы 2: $R_{обуви}=10\text{кОм}$; $R_A = R_B = R_C=100\text{кОм}$; $R_{пола}=2500\text{кОм}$; $C=0,1\text{мкФ}$.

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 А 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].

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 роботе-тренажере «Максим-III-01» тестовом режиме 1.
3. Освоить технику искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца на роботе-тренажере «Максим-III-01» тестовом режиме 2.
4. Освоить технику искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца на роботе-тренажере «Максим-III-01» тестовом режиме 3.

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с принципом робота-тренажера «Максим-III-01»;
2. Отработать технику искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца на роботе-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] .

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

Оценка электрических и магнитных полей, создаваемых воздушными линиями высокого и сверхвысокого напряжения

Цель работы:

Изучить законы распределения электрических и магнитных полей под высоковольтными линиями электропередач разного класса напряжения, ознакомиться с методиками проведения замеров напряженностей электрического и магнитного полей, а также научиться пользоваться измерительным комплексом «ПЗ-50В»

Задание:

1. Ознакомиться с принципом действия ИК «ПЗ-50В» и методикой измерения;
2. С помощью прибора «ПЗ-50В» произвести измерения напряженностей ЭП и МП промышленной частоты под проводами действующих ВЛ 220кВ и 500кВ ОАО «Иркутскэнерго» в точках указанных преподавателем.
3. Произвести расчет напряженностей ЭП и МП для всех контрольных точек.
4. Построить эпюры распределения напряженностей измеренных ЭП и МП для двух высот (1м и 1,8 м) на одной системе координат.
5. Сравнив результаты с требованиями ГОСТ 12.1.002-84 ССТБ «Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля» и Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов (СанПиН 2.2.4.1191-03), сделать соответствующие выводы

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с принципом действия ИК «ПЗ-50В» и методикой измерения;
2. С помощью прибора «ПЗ-50В» произвести измерения напряженностей ЭП и МП промышленной частоты под проводами действующих ВЛ 220кВ и 500кВ ОАО «Иркутскэнерго» в точках указанных преподавателем. Отсчет напряженностей электрического и магнитного полей производится в положении измерительной антенны на высоте 1м и 1,8 м над уровнем земли. В местах пересечения автомобильных дорог с ВЛ измерения проводятся на высоте 1,8 и на высоте 3 м от поверхности земли. Измерения напряженности производятся в трех проекциях;
3. Заполнить таблицы результатов измерений

Таблица

Протокол измерения электрического поля промышленной частоты

Напряжение действующей ВЛ, кВ	№ точки измерения	Расстояние от оси ВЛ, м	Высота точки измерения, м	Предел измерения	Показания прибора			Измеренная напряженность E , кВ/м
					E_x	E_y	E_z	
	1	0	1					
			1.8					
	2	3	1.8					
			1					
	3	6	1.8					
			1					
	4	9	1.8					
			1					
	5	12	1.8					
			1					
	6	15	1.8					
			1					
	7	18	1.8					
			1					
	8	21	1.8					
			1					
	9	24	1.8					
			1					

Таблица

Протокол измерения магнитного поля промышленной частоты

Напряжение действующей ВЛ, кВ	№ точки измерения	Расстояние от оси ВЛ, м	Высота точки измерения, м	Предел измерения	Показания прибора			Измеренная напряженность H , кВ/м
					H_x	H_y	H_z	
	1	0	1					
			1.8					
	2	3	1.8					
			1					
	3	6	1.8					
			1					
	4	9	1.8					
			1					
	5	12	1.8					
			1					
	6	15	1.8					
			1					
	7	18	1					

			1.8				
	8	21	1.8				
	9	24	1				
			1.8				

4. Произвести расчет напряженностей ЭП для всех контрольных точек.
5. Произвести расчет напряженностей МП для всех контрольных точек.
6. Построить эпюры распределения напряженностей измеренных ЭП для двух высот (1м и 1,8 м) на одной системе координат.
7. Построить эпюры распределения напряженностей измеренных МП для двух высот (1м и 1,8 м) на одной системе координат.
8. Сравнить результаты с требованиями ГОСТ 12.1.002-84 ССТБ «Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля» и Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов (СанПиН 2.2.4.1191-03) .
9. Сделать соответствующие выводы.

Форма отчетности:

Результаты работы оформляются в форме отчета.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Заполненные таблицы с результатами измерений.
4. Графические зависимости $E = f(h_x)$, $H = f(h_x)$ для двух уровней высот (1м и 1,8 м).
5. Выводы по результатам сделанной работы.
6. Подписанный преподавателем протокол экспериментальных измерений.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 3.5 раздела 3.

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [3, 5, 12, 13] .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какое воздействие на человека оказывают электромагнитные поля воздушных линий?
2. Как распределяется электрическое поле под проводами двухцепной ВЛ с опорами типа «бочка»?
3. Как распределяется электрическое поле под проводами одноцепной ВЛ с опорами П-образного типа?
4. Как распределяется магнитное поле под проводами двухцепной ВЛ с опорами типа «бочка»?
5. Как распределяется магнитное поле под проводами двухцепной ВЛ с опорами П-образного типа?
6. Какие нормативы по напряженности электрического поля существуют для условий профессионального облучения?
7. Какие нормативы по напряженности магнитного поля существуют для условий профессионального облучения?
8. Какие нормативы по напряженности электрического поля существуют для населения?
9. Какие способы применяются для защиты человека от вредного воздействия электромагнитного поля?

Лабораторная работа №5

Оценка уровней наведенных напряжений на проводах отключенной (строящейся) ВЛ, находящейся в непосредственной близости от действующих ВЛ

Цель работы:

Изучить методики и средства оценки уровней наведенных напряжений от действующих ВЛ

Задание:

В соответствии с исходными данными, указанными преподавателем, произвести анализ УНН на проводах отключенной ВЛ, проходящей в непосредственной близости от действующей ВЛ, и разработать мероприятия по обеспечению безопасных условий производства работ под наведенным напряжением. В рамках этого задания необходимо:

1. Рассчитать величины электростатической, электромагнитной составляющих наведенного напряжения и их результирующую величину. Сделать выводы по результатам расчетов.
2. Построить эпюры распределения ЭМН и ЭСН вдоль проводов отключенной ВЛ.
3. Рассчитать величины электростатической, электромагнитной составляющих наведенного напряжения и их результирующую величину с помощью ПВК «NAVODKA-2002».
4. Сравнить результаты ручных и машинных расчетов.
5. С помощью расчетов на ПВК «NAVODKA-2002» проанализировать влияние величины сопротивления заземления на УНН. Подобрать величину сопротивления заземления, обеспечивающую безопасный уровень наведенных напряжений на месте производства работ.
6. С помощью ручных расчетов проанализировать влияние схем заземления на УНН.
7. С помощью расчетов на ПВК «NAVODKA-2002» проанализировать влияние длины параллельного сближения ВЛ на УНН. Подобрать длину параллельного сближения ВЛ, обеспечивающую безопасный уровень наведенных напряжений на месте производства работ.
8. Сделать выводы по всем результатам работы.

Порядок выполнения:

1. Изобразить в масштабе заданные преподавателем опоры отключенной и действующей ВЛ;
2. Определить габаритные размеры трассы параллельного сближения;
3. Произвести ручной расчет величин электростатической, электромагнитной составляющих наведенного напряжения и их результирующей величины;
4. Построить эпюры распределения ЭМН и ЭСН вдоль проводов отключенной ВЛ.
5. Рассчитать величины электростатической, электромагнитной составляющих наведенного напряжения и их результирующую величину с помощью ПВК «NAVODKA-2002».
6. Сравнить результаты ручных и машинных расчетов.
7. С помощью расчетов на ПВК «NAVODKA-2002» проанализировать влияние величины сопротивления заземления на УНН. Подобрать величину сопротивления заземления, обеспечивающую безопасный уровень наведенных напряжений на месте производства работ.
8. С помощью ручных расчетов проанализировать влияние схем заземления на УНН.
9. С помощью расчетов на ПВК «NAVODKA-2002» проанализировать влияние длины параллельного сближения ВЛ на УНН. Подобрать длину параллельного сближения ВЛ, обеспечивающую безопасный уровень наведенных напряжений на месте производства работ.
10. Сделать выводы по всем результатам работы

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. Рисунок с изображенными в масштабе опорами отключенной и действующей ВЛ;
5. Результаты расчетов;
6. Эпюры распределения ЭМН и ЭСН вдоль проводов отключенной ВЛ
4. Таблицу результатов измерений сопротивлений защитных проводников;
5. Выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по темам раздела 4.

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [3, 12, 13] .

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков механизм возникновения наведенных напряжений от высоковольтных ЛЭП?
2. Чем обусловлено возникновение электромагнитной составляющей наведенного напряжения?
3. От чего зависит величина электромагнитной составляющей наведенного напряжения?
4. Чем обусловлено возникновение электростатической составляющей наведенного напряжения?
5. От чего зависит величина электростатической составляющей наведенного напряжения?
6. Как определяется результирующая величина наведенного напряжения?
7. В каких местах наведенное напряжение на проводах отключенной ВЛ будет максимальным?
8. В чем заключается проблема наведенных напряжений в электрических сетях?
9. Какие способы применяются для снижения наведенных напряжений на проводах отключенной ВЛ?
10. Какие вы знаете способы оценки наведенных напряжений? Перечислите их достоинства и недостатки.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. ОС Windows 7 Professional;
2. Среда разработки и использования электронных обучающих ресурсов iLogos;
3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License;
4. Kaspersky Security для почтовых серверов Russian Edition. 100-149 MailAddress 1 year Educational Renewal License;
5. Kaspersky Anti-Spam для Linux Russian Edition. 100-149 MailBox 1 year Educational Renewal License;
6. Программно-вычислительный комплекс Navodka 2002 v.1.00.

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 электрозащитным средствам и предохранительным приспособлениям, наглядные пособия, учебные видеоролики	№№1-12
ЛР		лабораторные стенды ОЭБ1-С-Р	№№ 1,2
		робот-тренажер «Максим-III-01»	№ 3
		Измерительный комплекс «ПЗ-50В»	№ 4
		ПВК «NAVODKA»	№ 5
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. Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека	1.1. Действие электрического тока на организм человека 1.2. Виды поражения организма человека электрическим током и электромагнитным полем 1.3. Факторы, определяющие исход воздействия электрического тока на человека 1.5. Оказание первой помощи при поражении электрическим током 1.6. Порядок расследования несчастных случаев на производстве	Экзаменационные билеты 1.1 – 1.3 и 1.5-1.7
ПК-10	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда	1. Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека	1.4. Электрические сети и возможные схемы случайного включения человека в электрическую сеть	Экзаменационный билет 1.4
		2. Способы и средства защиты персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий	2.1. Защитное заземление	Экзаменационные билеты 2.1 – 2.6
			2.2. Электрозащитные средства и предохранительные приспособления	
			2.3. Средства предупреждения об опасности	
			2.4. Защита человека в электроустановках, работающих в нормальном режиме	
		3. Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях	4.1. Влияние действующих ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих	Экзаменационные билеты 4.1 -4.7
		3.1. Классификация помещений и территорий по опасности электропоражения	Экзаменационные билеты 3.1 – 3.12	
		3.2. Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках		
		3.3. Порядок и условия производства работ		
		3.4. Организация работ под напряжением в электроустановках		
3.5. Защита человека от электромагнитных полей ВЛ				
4. Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ	4.1. Влияние действующих ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих	Экзаменационные билеты 4.1 -4.7		

			ВЛ	
			4.2. Магнитные влияния действующей ВЛ	
			4.3. Электрические влияния действующей ВЛ	
			4.4.Результирующее значение наведенного напряжения	
			4.5.Проблема наведенных напряжений в электрических сетях	
			4.6.Способы снижения наведенных напряжений	
			4.7.Способы и средства оценки наведенных напряжений	
			4.8.Обеспечение безопасных условий производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП	

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	1.1. Действие электрического тока на организм человека.	1. Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека
			1.2.Виды электрических травм.	
			1.3.Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.	
			1.4.Электрические сети и возможные схемы случайного включения в сеть человека.	
			1.5.Явления при растекании тока в землю. Шаговое напряжение.	
			1.6.Первая помощь при поражении человека электрическим током.	
			1.7.Порядок расследования несчастных случаев на производстве	
2.	ПК-10	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда	2.1.Защитное заземление в электроустановках. Устройство, принцип действия	2. Способы и средства защиты персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий
			2.2.Порядок наложения и снятия переносных заземлителей	
			2.3.Нормирование сопротивления защитного заземления. Контроль заземления.	
			2.4.Основные системы заземления	
			2.5.Основные и дополнительные изолирующие электрозащитные средства.	
			2.6.Средства предупреждения об опасности в электроустановках.	
			3.1.Меры защиты человека в электроустановках в нормальном режиме.	3. Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях
			3.2.Средства защиты от электрических полей и средства индивидуальной защиты	
			3.3.Хранение и испытание электрозащитных средств.	
			3.4.Классификация помещений и территорий по опасности поражения электрическим током	
			3.5.Обеспечение безопасности при производстве работ в действующих электроустановках	
			3.6.Оперативное обслуживание действующих	

		электроустановок	
		3.7.Порядок и условия производства работ	
		3.8.Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности	
		3.9.Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения	
		3.10.Организация работ под напряжением в электроустановках	
		3.11.Защита населения от вредного воздействия электромагнитных полей, создаваемых ВЛ	
		3.12.Защита электротехнического персонала от вредного воздействия электромагнитных полей, создаваемых ВЛ	
		4.1.Влияние действующих ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих ВЛ	4. Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ
		4.2.Электромагнитная составляющая наведенного напряжения от действующей ВЛ	
		4.3.Электростатическая составляющая наведенного напряжения от действующей	
		4.4.Проблема наведенных напряжений в электрических сетях	
		4.5.Способы снижения наведенных напряжений	
		4.6.Способы и средства оценки наведенных напряжений	
		4.7.Обеспечение безопасных условий производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП	

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; – технические требования и нормы по охране труда; <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. (ПК-10): 	отлично	Оценка «отлично» выставляется в случае, если обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал и демонстрирует: - всестороннее знание программного материала; - умение правильного применения основных положений программного материала; - владеет всеми навыками, полученными в ходе изучения программного материала.
	хорошо	Оценка «хорошо» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует: -недостаточно полное знание программного материала; - применение с несущественными ошибками основных положений программного материала
	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует частичное знание программного материала; неоднократно допускал ошибки в ответе
	неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если уровень владения программным материалом не отвечает требованиям; все вышеуказанные разделы не усвоены.

<ul style="list-style-type: none"> - навыками безопасного проведения работ в электроустановках; - навыками практического применения электрозащитных средств при эксплуатации электроустановок 		
---	--	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Безопасность работ на воздушных линиях, подверженных влиянию, направлена на ознакомление с правилами и условиями безопасного проведения работ в электроустановках; на получение теоретических знаний и практических навыков безопасного проведения работ в электроустановках, в частности на воздушных линиях, подверженных влиянию; навыков практического применения электрозащитных средств при эксплуатации электроустановок; навыков оказания первой помощи при поражении человека электрическим током и их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Безопасность работ на воздушных линиях, подверженных влиянию, предусматривает:

- лекции,
- лабораторные занятия,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека» 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 персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий» студенты должны уяснить:

- основные способы защиты человека от прямого и косвенного прикосновения;
- какие электрозащитные средства и предохранительные приспособления необходимо применять для безопасного проведения работ в электроустановках, в частности при эксплуатации ВЛ.

В ходе освоения раздела 3 «Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях» студенты должны уяснить состав и последовательность организационных и технических мероприятий при проведении монтажных, ремонтных и обслуживающих работ на действующих ВЛ.

В ходе освоения раздела 4 «Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ» студенты должны уяснить:

- какое влияние оказывают действующие ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих ВЛ;
- чем обусловлены магнитные и электрические влияния действующей ВЛ;
- в чем заключается проблема наведенных напряжений в электрических сетях;
- какие способы применяются в электрических сетях для снижения наведенных напряжений;
- какие существуют способы и средства оценки наведенных напряжений;
- каким образом обеспечиваются безопасные условия производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП.

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.

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 электрозащитные средства.
6. Защитное заземление в электроустановках. Устройство, принцип действия
7. Основные системы заземления.
8. Средства защиты от электрических полей и средства индивидуальной защиты
9. Классификация помещений и территорий по опасности поражения электрическим током
10. Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности
11. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения
12. Оперативное обслуживание действующих электроустановок
13. Организация работ под напряжением в электроустановках
14. Влияние действующих ЛЭП на протяжённые металлические конструкции, находящиеся в непосредственной близости от этих ВЛ
15. Способы снижения наведенных напряжений
16. Способы и средства оценки наведенных напряжений
17. Обеспечение безопасных условий производства работ на отключенной воздушной линии, находящейся вблизи действующих ЛЭП

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**

Безопасность работ на воздушных линиях, подверженных влиянию

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 при работах на ВЛ, подверженных влиянию.

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 - Действие электрического тока и электромагнитного поля на организм человека;
- 2 - Способы и средства защиты персонала от электропоражения при монтаже и эксплуатации воздушных линий;
- 3 - Мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на действующих воздушных линиях;
- 4 - Проблема наведенных напряжений от высоковольтных ВЛ

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 и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» ноября 2015г. №701, заочной формы обучения от «12» ноября 2015г. №701; учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» июня 2016г. №429, заочной формы обучения от «6» июня 2016г. №429 для заочной (ускоренной) формы обучения от «6» июня 2016г. №429; учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» марта 2017г. №125 , заочной формы обучения от «6» марта 2017г. №125 для заочной (ускоренной) формы обучения от «4» апреля 2017г. №203; 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 «__» декабря 2018 г., протокол № __

Заведующий кафедрой ЭиЭ _____ Булатов Ю.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭиЭ _____ Булатов Ю.Н.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «__» _____ 20 __ г., протокол № _____

Председатель методической комиссии факультета ЭиА _____ Ульянов А.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____