

Федеральное агентство по образованию  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой Энергетики

\_\_\_\_\_ Н.В. Савина

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности 140101 – «Тепловые электрические станции»

Составитель: ст. преп. А.Г. Тоушкин

Благовещенск 2007 г.

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
факультета социальных наук  
Амурского государственного  
университета

А.Г. Тоушкин

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Основы электробезопасности» для студентов очной формы обучения для специальностей 140101 – «Тепловые электрические станции». - Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – 77 с.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной и заочной формы обучения по специальности 140101 – «Тепловые электрические станции», для формирования знаний о безопасности при работе в электроустановках.

Рецензент:

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ.....</u>	<u>5</u>
<u>1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА.....</u>	<u>6</u>
<u>1.1 Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе.....</u>	<u>9</u>
<u>1.1.1 Цель преподавания дисциплины.....</u>	<u>9</u>
<u>1.1.2 Задачи изучения дисциплины.....</u>	<u>9</u>
<u>1.1.3 Дисциплины, освоение которых необходимо при изучении данной дисциплины.....</u>	<u>9</u>
<u>1.2 Содержание дисциплины.....</u>	<u>9</u>
<u>1.2.1 Федеральный компонент (выдержки).....</u>	<u>9</u>
<u>1.2.2 Наименование тем, их содержание и объем в часах.....</u>	<u>10</u>
<u>1.2.3 Лабораторные занятия (18 часов).....</u>	<u>12</u>
<u>1.2.4 Самостоятельная работа студентов.....</u>	<u>12</u>
<u>1.2.5 Перечень и темы промежуточных форма контроля знаний.....</u>	<u>12</u>
<u>1.2.6 Вопросы к зачету.....</u>	<u>12</u>
<u>1.3 Учебно-методические материалы по дисциплине.....</u>	<u>16</u>
<u>1.3.1 Основная литература.....</u>	<u>16</u>
<u>1.3.2 Дополнительная литература.....</u>	<u>17</u>
<u>1.3.1 Методические и наглядные материалы, используемые в учебном процессе.....</u>	<u>17</u>
<u>1.2 Учебно-методическая карта дисциплины.....</u>	<u>18</u>
<u>2. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....</u>	<u>19</u>
<u>3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ.....</u>	<u>50</u>
<u>3.1 Методические указания по проведению самостоятельной работы студентов.....</u>	<u>50</u>
<u>3.2 График самостоятельной учебной работы студентов.....</u>	<u>55</u>
<u>3.3 Методические указания по выполнению домашних заданий.....</u>	<u>55</u>
<u>3.3 Фонд домашних заданий.....</u>	<u>55</u>
<u>4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....</u>	<u>57</u>

<u>5. МАТЕРИАЛЫ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ.....</u>	<u>58</u>
<u>5.1 Методические указания по организации контроля знаний студентов.....</u>	<u>58</u>
<u>5.2 Методические указания по организации контроля знаний студентов.....</u>	<u>58</u>
<u>5.1 Итоговый контроль.....</u>	<u>63</u>
<u>6. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ</u> <u>ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА.....</u>	<u>68</u>
<u>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</u>	<u>69</u>

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы электробезопасности» относится к блоку СД, является специальной дисциплиной.

Курс «Основы электробезопасности» является одним из важнейших. Знание правил техники безопасности необходимо на всех производственных предприятиях. Работая на электроэнергетических предприятиях будущим выпускникам также необходимы знания электробезопасности, как в плане собственной безопасной работы, так и в плане помощи другим, при возникновении несчастных случаев на производстве.

В данном учебно-методическом комплексе отражены следующие вопросы: соответствие дисциплины «Электробезопасность» стандарту; показана рабочая программа дисциплины; подробно описан график самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине на каждый семестр с указанием ее содержания, объема в часах, сроков и форм контроля; расписаны методические указания по проведению самостоятельной работы студентов; предложен краткий конспект лекций по данному курсу; методические рекомендации по выполнению домашних занятий; показан перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности студентов; методические указания по применению современных информационных технологий для преподавания учебной дисциплины; методические указания профессорско-преподавательскому составу по организации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов; комплекты заданий для домашних заданий; фонд тестовых заданий для оценки качества знаний по дисциплине; контрольные вопросы к зачету; карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.

По данной дисциплине курсовые работы (проекты), контрольные работы.

## 1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа по дисциплине «Электробезопасность» составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО по направлению подготовки дипломированного специалиста 650900 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА по специальностям 140204 – «Электрические станции», 140205 – «Электроэнергетические системы и сети», 140211 – «Электроснабжение», 140203 – «Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем» и заочной формы обучения для специальности 140205 – «Электроэнергетические системы и сети» и типовой программы по специальности.

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Е.С. Астапова  
личная подпись, И.О.Ф

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Основы электробезопасности»  
для специальности 140101 – «Тепловые электрические станции»

Курс 3 Семестр 6

Лекции 36 (час.) Зачет

Лабораторные работы 18 (час.)

Самостоятельная работа 36 (час.)

Всего часов 90

Составители А.С. Степанов, канд.техн.наук, доцент кафедры энергетики  
А.Г. Тоушкин, старший преподаватель кафедры Энергетики  
(И.О.Ф., должность, ученое звание)

Факультет Энергетический

Кафедра Энергетики

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 650900 «Электроэнергетика» для специальности 140101.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Энергетики

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.В. Савина

Рабочая программа одобрена на заседании УМС «\_\_\_\_\_»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_ Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ Г.Н. Торопчина

(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

\_\_\_\_\_ Ю.В. Мясоедов

(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ Н.В. Савина

(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.



## **1.1 Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

### **1.1.1 Цель преподавания дисциплины**

Целью изучения дисциплины является изучение сложнейших явлений воздействия электрического тока на организм человека, изучение существующих принципов и средств защиты от поражения электрическим током, изучение правил техники безопасности (ТБ) при эксплуатации электроустановок и сдача экзамена на вторую группу по ТБ.

### **1.1.2 Задачи изучения дисциплины**

Задачами изучения дисциплины является ознакомление студентов с явлениями, происходящими при воздействии электрического тока на организм человека, с защитными мерами и защитными мероприятиями в электроустановках, с правилами ТБ при эксплуатации электроустановок в объеме 2 группы по электробезопасности, с приемами оказания первой помощи пострадавшему от электрического тока.

1.1.3 Дисциплины, освоение которых необходимо при изучении данной дисциплины

«Физика»

«Теоретические основы электротехники»,

«Передача и распределение электроэнергии»,

«Переходные процессы в электроэнергетических системах»,

## **1.2 Содержание дисциплины**

### **1.2.1 Федеральный компонент (выдержки)**

Действие электрического тока на организм человека. Критерии безопасности электрического тока. Первая доврачебная медицинская помощь. Стеkanie тока в землю. Напряжение прикосновения. Напряжение шага. Выбор схемы сети и режима нейтрали. Защитное заземление. Зануление. Защитное отключение. Электротехнические защитные средства и приспособления. Защита от воздействия электромагнитного поля. Безопасность при пофазном ремонте ВЛ. Безопасность при работах под напряжением ВЛ. ПТБ при эксплуатации электроустановок. Пожарная безопасность в электроустановках.

### 1.2.2 Наименование тем, их содержание и объем в часах

1. **Действие электрического тока на организм человека.** (2 часа)

Виды поражений электрическим током. Электрическое сопротивление тела человека. Влияние значения тока на исход поражения.

2. **Первая помощь пострадавшим от электрического тока.** (2 часа)

Освобождение человека от действия электрического тока. Меры первой доврачебной медицинской помощи. Искусственное дыхание. Массаж сердца. Эмкофическая дефибриляция сердца.

3. **Явления при стекании тока в землю.** (4 часа)

Распределение потенциала на поверхности земли. Сопротивление заземлителя растеканию тока. Сопротивление заземлителей растеканию тока и многослойных грунтах. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель. Напряжение прикосновения при групповом заземлителе. Напряжение шага. Электрическое сопротивление земли.

4. **Анализ опасности поражения током** (2 часа)

Поражения током в различных электрических сетях, в однофазных и трехфазных сетях, в нормальных и аварийных режимах. Выбор схемы сети и режима нейтрали.

5. **Защитное заземление.** (4 часа)

Назначение, принцип действия и область применения защитного заземления. Типы заземляющих устройств. Выполнение заземляющих устройств. Расчет защитного заземления. Выбор типа заземлителя. Зануление. Принцип действия зануления. Назначение отдельных элементов схемы зануления. Расчет зануления.

6. **Защитное отключение.** (4 часа)

Назначение, основные элементы, основные требования, область применения УЗО. Типы УЗО. Устройства, реагирующие на потенциал корпуса. Устройства, реагирующие на ток нулевой последовательности. Устройства, реагирующие на ток замыкания на землю. Устройства, реагирующие на

напряжение нулевой последовательности. Устройства, реагирующие на оперативный ток.

7. **Электротехнические защитные средства и предохранительные приспособления. (2 часа)**

Классификация защитных средств. Назначение, конструкция и правила применения защитных средств.

8. **Защита от воздействия электромагнитного поля промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения. (2 часа)**

Биологическое действие электромагнитного поля. Напряженность электрического поля. Гигиенические нормативы. Экранирующий костюм. Экранирующие устройства.

9. **Безопасность при пофазном ремонте ВЛЭП. (2 часа)**

Особенности пофазного ремонта. Электромагнитное влияние. Меры безопасности при работах под напряжением на ВЛ.

10. **Безопасность при работах под напряжением на ВЛ. (4 часа)**

Особенности, достоинства, недостатки при работах под напряжением на ВЛ. Принцип, положенный в основу метода работ под напряжением. Приспособления и порядок выполнения работ под напряжением. Анализ опасности при работе под напряжением.

11. **Организация безопасной эксплуатации электроустановок. (8 часов)**

Персонал, обслуживающий электроустановки. Медицинское освидетельствование персонала. Обучение персонала. Проверка знаний персоналом правил и инструкций. Квалификационные группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током. Дежурства в электроустановках. Осмотры электроустановок. Оперативные переключения. Категории работ. Условия производства работ. Лица, ответственные за безопасность производства работ. Выдача нарядов и распоряжений на производство работ. Отключение токоведущих частей. Вывешивание переносных плакатов безопасности и ограждение места работ.

Проверка отсутствия напряжения на отключенных токоведущих частях. Наложение временных заземлений. Допуск бригады к работе. Надзор во время работы. Перерыв в работе и окончание работ.

### 1.2.3 Лабораторные занятия (18 часов)

№ темы	Название темы	Кол-во часов
1	Первая помощь пострадавшему от тока.	2
2	Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.	4
3	Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.	2
4	ПТБ при работах на КЛЭП.	2
5	ПТБ при работах на ВЛЭП.	2
6	ПТБ при проведении испытаний оборудования и измерений.	2
7	ПТБ при работах в комплектных РУ.	2
8	ПТБ при работах персонала строительного-монтажной организации в действующих электроустановках и охранной зоне ВЛ.	2

Лабораторные занятия проводятся с использованием макетов и программного комплекса АСОП (автоматизированная система обучения персонала).

### 1.2.4 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов включает изучение лекционного материала при подготовке к лабораторным занятиям. Тематика и распределение времени на самостоятельную работу студентов представлена в разделе 4.

### 1.2.5 Перечень и темы промежуточных форма контроля знаний

- блиц-опрос на лекциях по пройденному материалу;
- защита лабораторных работ. Защита лабораторных работ проводится в виде тестирования на знание отдельных разделов правил техники безопасности на производстве при помощи программного комплекса АСОП.

### 1.2.6 Вопросы к зачету

**Тема № 1.**

1. Особенности действия тока на живую ткань.
2. Виды электрических травм.
3. Механизм смерти от электрического тока.
4. Электрическое сопротивление тела человека.
5. Характер воздействия на человека токов разного значения.
6. Влияние тока на исход поражения.
7. Влияние индивидуальных свойств человека на исход поражения.

**Тема № 2.**

1. Освобождение человека от действия тока.
2. Правила проведения искусственного дыхания.
3. Правила проведения массажа сердца.

**Тема № 3.**

1. Распределение потенциала на поверхности земли.
2. Сопротивление заземлителя растеканию тока.
3. Стекание тока в землю через групповой заземлитель.
4. Напряжение прикосновения.
5. Напряжение шага.

**Тема № 4.**

1. Анализ поражения током в однофазной сети изолированной от земли.
2. То же с заземленным проводом.
3. То же в трехфазной четырехпроводной сети с нейтралью, заземленной через активные и реактивные сопротивления.

**Тема № 5.**

1. Что такое защитное и рабочее заземления.
2. Типы заземляющих устройств.
3. Виды заземлителей.
4. Заземляющие проводники.
5. Порядок расчета защитного заземления.
6. Принцип действия зануления.

7. Повторное заземление нулевого провода.

8. Расчет зануления.

#### **Тема № 6.**

1. Основные требования, предъявляемые к УЗО.

2. Принцип действия УЗО, реагирующих на потенциал корпуса.

3. То же, реагирующих на ток замыкания на землю.

4. То же, реагирующих на напряжение нулевой последовательности.

5. То же, реагирующих на ток нулевой последовательности.

6. То же, реагирующих на оперативный ток.

#### **Тема № 7.**

1. Основные и дополнительные электротехнические защитные средства в электроустановках до и выше 1000 В.

2. Изолирующие штанги, их назначение, конструкция и правила применения.

3. Указатели напряжения, их назначение, принцип действия и правила применения.

#### **Тема № 8.**

1. Напряженность электрического поля в электроустановках сверхвысокого напряжения.

2. Ток, проходящий через человека в землю в электроустановках сверхвысокого напряжения.

3. Экранирующий костюм. Конструкция костюма. Защитный принцип костюма.

4. Экранирующие устройства, конструкции и размещение.

#### **Тема № 9.**

1. Особенности пофазного ремонта.

2. Потенциальная характеристика вдоль отключенного провода.

3. Электромагнитное влияние неотключенных проводов ВЛ на отключенный провод (незаземленный и заземленный).

4. ПТБ при пофазном ремонте ВЛ.

#### **Тема № 10.**

1. Особенности работ под напряжением на ВЛ.
2. Принцип, положенный в основу метода работы под напряжением.
3. Ток емкости «человек-земля» и его ограничения.
4. Порядок выполнения работ под напряжением.
5. причины поражения током и способы их устранения при работах под напряжением.

#### **Тема № 11.**

1. Область и порядок применения правил техники безопасности (ПТБ).
2. Допускается ли отступление от ПТБ.
3. Может ли кто-нибудь дополнять и изменять ПТБ.
4. Кто допускается к оперативному обслуживанию электроустановок.
5. Кто имеет право проводить единоличный осмотр электрооборудования.
6. ПТБ при осмотре электрооборудования.
7. Правила хранения и выдачи ключей от электроустановок.
8. Виды работ в электроустановках в отношении мер безопасности.
9. Допустимые расстояния (от работающих, инструментов, ограждений) до токоведущих частей, находящихся под напряжением.
10. ПТБ при работе в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них.
11. При каких условиях разрешается работать в электроустановках в согнутом положении.
12. Можно ли приближаться к месту замыкания провода на землю.
13. ПТБ при установке и снятии предохранителей.
14. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
15. Лица, ответственные за безопасность работ, их права и обязанности.
16. Порядок выдачи и оформления наряда.
17. Допуск бригады к работе по наряду.
18. Надзор во время работы, изменение состава бригады.
19. Оформление перерывов в работе по наряду.

20. Перевод бригады на новое рабочее место.
21. Окончание работы. Закрытие наряда и включение оборудования в работу.
22. Выполнение работ по распоряжению в порядке текущей эксплуатации.
23. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, выполняемых со снятием напряжения.
24. Проверка отсутствия напряжения.
25. Заземление токоведущих частей. Общие требования.
26. Заземление ВЛЭП.
27. Хранение и учет заземлений.
28. ПТБ при обслуживании КРУ.
29. ПТБ при работе во вторичных цепях.
30. Может ли лицо со II группой по ТБ выполнять чистку изоляции.
31. ПТБ при проведении испытаний с подачей повышенного напряжения от постороннего источника тока.
32. ПТБ при работе с электроизмерительными клещами и измерительными штангами.
33. Тушение пожаров в электроустановках.

### **1.3 Учебно-методические материалы по дисциплине**

#### **1.3.1 Основная литература**

1. П. А. Долин «Основы техники безопасности в электроустановках» М. Знак 2000 г.
2. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.- М.: Энергоатомиздат, 2001.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.- М.: Энергосервис, 2003.
4. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (с изм. и доп.) – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. 192 с.
5. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.



### 1.3.2 Дополнительная литература

6. Манойлов В. Е. Основы электробезопасности- Л.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Охрана труда в электроустановках/ Под ред. В. А. Князевского.- М.: Энергия, 1983.

### 1.3.1 Методические и наглядные материалы, используемые в учебном процессе

1. Макет для изучения способов оказания первой помощи при поражении электрическим током.
2. Программный комплекс АСОП (автоматизированная система обучения персонала)
3. Плакаты по ТБ

## 1.2 Учебно-методическая карта дисциплины

№ недели	№ темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера) Лаборат.	Используемые наглядные и методические пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
					Содержание	Час	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	см. подраздел 2.2	1				
2	2			Плакаты по оказанию первой помощи	Отработка приемов оказания первой помощи при поражении эл.током	4	Проверка на лаборатор. занятиях
3-4	3		2	Форма наряда-допуска	Правила заполнения наряда-допуска	4	Блиц-опрос
5-6	4		2	АСОП	Подготовка рабочего места и допуск	6	Проверка на лаборатор. занятиях
7-8	5		3	Плакаты безопасности	Проверка отсутствия напряжения и установка заземлений	6	Проверка на лаборатор. Занятиях
9-10	6-7		4	АСОП	Кабельные муфты, составы для их заливки	2	Блиц-опрос
11-12	8-9		5	АСОП	Типы опор ВЛ, подъемные механизмы и приспособления	2	Блиц-опрос
13-14	10		6	АСОП	Измерительные клещи и штанги, изм. приборы	4	Блиц-опрос
15-16	11		7	АСОП	Типы и оборудование РУ	2	Блиц-опрос
17-18	11		8	АСОП	Правила допуска персонала СМО к работам	6	Проверка на лаборатор. Занятиях

## 2. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### **Тема 1. Действие электрического тока на организм человека (2 часа).**

Действие электрического тока на живую ткань в отличие от действия других материальных факторов (пара, химических веществ, излучений и т.п.) носит своеобразный и разносторонний характер. В самом деле, проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое и механическое (динамическое) действия, являющимися обычными физико-химическими процессами, присущими как живой так и неживой материи; кроме того, электрический ток производит и биологическое действие, которое является специфическим процессом, свойственным лишь живой ткани.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, крови, нервной ткани, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства (т.е. расстройства их специфической деятельности).

Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

Механическое (динамическое) действие тока проявляется в возникновении давления в кровеносных сосудах и тканях организма при нагреве крови и другой жидкости, а также смещении и механическом напряжении тканей в результате непроизвольного сокращения мышц и воздействия электродинамических сил.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями.

Электрический ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию – возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов и характеризующееся тем, что живые образования переходят из состояния относительного физического покоя в состояние специфической для них деятельности.

Так, если электрический ток проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. Это так называемое прямое или непосредственное раздражающее действие тока на ткань, по которой он проходит.

Однако действие тока может быть не только прямым, но и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему. Иначе говоря, ток может вызвать возбуждение и тех тканей, которые не находятся на его пути. Дело в том, что электрический ток, проходя через тело человека, вызывает раздражение рецепторов – особых клеток, имеющих в большом количестве во всех тканях организма и обладающих высокой чувствительностью к воздействию факторов внешней и внутренней среды.

Раздражение рецепторов приводит к возбуждению находящихся возле них чувствительные нервные окончания, от которых волна возбуждения в виде нервного импульса передается со скоростью примерно 27 м/с по нервным путям в центральную нервную систему (т.е. в спинной и головной мозг).

Центральная нервная система перерабатывает полученный нервный импульс и передает его подобно исполнительной команде к рабочим органам – мышцам, железам, сосудам, которые могут находиться вне зоны прохождения тока.

При обычных естественных раздражениях рецепторов центральная нервная система обеспечивает целесообразную ответную деятельность соответствующих органов тела. Например, при случайном прикосновении к горячему предмету человек непроизвольно отдергивает руку, чем избавляется от опасного воздействия. В случае же чрезмерного или необычного для

организма раздражающего действия, например электрического тока, центральная нервная система может подать нецелесообразную исполнительную команду, что может привести к серьезным нарушениям деятельности жизненно важных органов, в том числе сердца и легких, даже если эти органы не лежат на пути тока. Правда подобное явление бывает редко.

Как известно, в живой ткани, и в первую очередь в мышцах, в том числе и в сердечной мышце, а также в центральной и периферической нервной системе постоянно возникают электрические потенциалы – биопотенциалы, которые связаны с возникновением и распространением процесса возбуждения, т.е. с переходом живой ткани в состояние активной деятельности. Внешний ток, взаимодействуя с биотоками, значения которых весьма малы, может нарушить нормальный характер их воздействия на ткани и органы человека, подавить биотоки и тем самым вызвать серьезные расстройства в организме вплоть до его гибели.

Указанное многообразие Действий электрического тока на организм нередко приводит к различным электротравмам, которые условно можно свести к двум видам: местные электротравмы, когда возникает местное повреждение организма, и общие электротравмы, так называемые электрические удары, когда поражается (или создается угроза поражения) весь организм из-за нарушения нормальной деятельности жизненно важных органов и систем.

Примерное распределение несчастных случаев от электрического тока в промышленности по указанным видам травм составляет: 24 % – местные электротравмы; 21 % – электрические удары; 55 % – смешанные травмы, т.е. одновременно местные электротравмы и удары. Следовательно, оба вида травм часто сопутствуют друг другу. Тем не менее, они различны по характеру воздействия на организм и должны рассматриваться отдельно.

## **Тема 2. Первая помощь пострадавшим (2 часа).**

При несчастных случаях первая помощь пострадавшим от электрического тока включает в себя два этапа: освобождение пострадавшего от действия тока и оказания ему доврачебной медицинской помощи.

Как известно, последствия от поражения током зависят от длительности прохождения его через тело человека, поэтому очень важно как можно быстрее освободить пострадавшего от тока и сразу же приступить к оказанию ему медицинской помощи. Это требование относится и к случаю смертельного поражения током, поскольку период клинической смерти продолжается всего лишь несколько минут. Во всех случаях поражения человека током необходимо, не прерывая оказания ему первой помощи вызвать врача.

При поражении электрическим током нередко оказывается, что пострадавший продолжает быть в контакте с токоведущей частью и не может самостоятельно нарушить этот контакт, т.е. прервать проходящий через него ток, что резко усугубляет последствия поражения.

Выключение человека из цепи тока, или, как принято говорить, освобождение пострадавшего от действия тока можно осуществить несколькими способами. Однако первым действенным для освобождения пострадавшего от тока должно быть быстрое отключение той части электроустановки, которой он касается.

Отключение электроустановки осуществляется с помощью ближайшего рубильника, выключателя или иного отключающего аппарата, а также путем снятия или вывертывания предохранителей и т.п.

При невозможности быстрого отключения установки необходимо принять иные меры освобождения пострадавшего от действия тока. Так, в некоторых случаях можно прервать цепь тока через пострадавшего, перерубив провода или вызвав автоматическое отключение электроустановки, отделить пострадавшего от токоведущих частей, которых он касается, и т.п.

При напряжении до 1000 В в некоторых случаях можно перерубить провода топором с деревянной ручкой или перекусить их инструментами с изолированными рукоятками. Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от его тела. Можно отбросить провод, которого касается пострадавший, пользуясь сухой

деревянной палкой, сухой доской и другими не проводящими электрический ток предметами.

В электроустановках выше 1000 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей необходимо надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами.

Действующие правила техники безопасности требуют, чтобы весь персонал, обслуживающий электроустановки, был практически обучен приемам освобождения пострадавшего от тока и способам оказания ему первой доврачебной медицинской помощи.

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

Для определения состояния пострадавшего необходимо уложить его на спину и проверить наличие дыхания и сердечных сокращений.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или продолжительное время находился под током, необходимо его удобно уложить на сухую подстилку, накрыть его сверху чем-либо из одежды, удалить из помещения лишних людей и до прибытия врача, который должен быть вызван немедленно, обеспечить ему полный покой, непрерывно наблюдая за его дыханием и пульсом.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с сохранившимися устойчивыми дыханием и пульсом, его следует удобно уложить на подстилку, расстегнуть одежду и пояс, с тем чтобы они не затрудняли его дыхания, обеспечить приток свежего воздуха и принять меры к приведению его в сознание – поднести к носу вату, смоченную в нашатырном спирте, обрызгать лицо холодной водой, растереть и согреть тело.

Если пострадавший плохо дышит – редко, судорожно, как бы всхлипыванием или если дыхание пострадавшего постепенно ухудшается, в то время как во всех этих случаях продолжается нормальная работа сердца, необходимо делать искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни, т.е. когда у пострадавшего отсутствуют дыхание, сердцебиение и пульс, а болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет, надо считать пострадавшего в состоянии клинической смерти и немедленно приступить к его оживлению, т.е. к искусственному дыханию и массажу сердца.

Пораженного электрическим током можно признать мертвым только при явно видимых смертельных повреждениях, в других случаях констатировать смерть имеет право только врач.

### **Тема 3. Явления при стекании тока в землю (4 часа).**

Стекание тока в землю происходит только через проводник, находящийся с нею в непосредственном контакте. Такой контакт может быть случайным или преднамеренным.

В последнем случае проводник или группа соединенных между собой проводников, находящихся в контакте с землей, называется заземлителем. Одиночный проводник, находящийся в контакте с землей, называется также одиночным заземлителем, или заземляющим электродом, либо просто электродом, а заземлитель, состоящий из нескольких параллельно соединенных электродов, называется групповым или сложным заземлителем.

Земля является плохим проводником электрического тока. Проводимость ее во много раз меньше проводимости металлов. Однако поскольку площадь земли, через которую проходит ток, стекающий с заземлителя, обычно весьма велика, земля оказывает сравнительно небольшое сопротивление току.

Грунт представляет собой дисперсное пористое тело, состоящее из трех частей: твердой, жидкой и газообразной.

Твердая часть грунта – это мелкие частицы различных минералов, являющиеся продуктом разрушения и выветривания горных пород, а также



перегноя органической части почвы. Размеры этих частиц обычно находятся в пределах сотых долей микрона до 1 мм.

Жидкая часть грунта – это так называемый почвенный раствор – вода и растворенные в ней вещества, которые содержатся также в твердой и газообразной частях грунта. Воду условно можно разделить на две формы: связанную и свободную.

Связанная вода – тонкая водяная пленка, окружающая твердые границы грунта и удерживаемая ими с большой силой. Это явление объясняется наличием на поверхности почвенных частиц электрически ненасыщенных активных центров, которые обуславливают притяжение к поверхности частиц грунта молекул воды и ионов растворенных в ней солей.

Свободная вода – вода, не подверженная влиянию сорбционных сил, т.е. не ориентированная около почвенных частиц. Она может свободно перемещаться в порах и пустотах грунта.

Газообразная часть грунта – воздух и водяной пар, заполняющие не занятые водой пространства в грунте, т.е. над водой а также содержащиеся в свободной воде в виде местных включений.

Причинами стекания тока в землю являются замыкание токоведущей части на заземленный корпус электрооборудования, падение провода на землю, использование земли в качестве провода и т.п. Во всех этих случаях происходит резкое снижение потенциала (т.е. напряжения относительно земли)  $\varphi_3$ , В, заземлившейся токоведущей части до значения, равного произведению тока, стекающего в землю,  $I_3$ , А, на сопротивление, которое этот ток встречает на своем пути, т.е. сопротивления заземлителя растеканию ток  $R_3$ , Ом:

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3.$$

Это явление, весьма благоприятное по условиям безопасности, используется как мера защиты от поражения током при случайном появлении напряжения на металлических нетоковедущих частях, которые с этой целью заземляются. Однако наряду с понижением потенциала заземлившейся токоведущей части при стекании тока в землю возникают и отрицательные

явления, а именно появление потенциалов на заземлителе и находящихся в контакте с ним металлических частях, а также на поверхности грунта вокруг места стекания тока в землю. Возникающие при этом разности потенциалов отдельных точек цепи тока, в том числе точек на поверхности земли, могут достигать больших значений, представляющих опасность для человека.

Значение разности потенциалов, а также характер их изменений, а следовательно, и обусловленная ими опасность поражения человека током зависит от многих факторов: значения тока, стекающего в землю; конфигурации, размеров, числа и взаимного расположения электродов, составляющих групповой заземлитель; удельного сопротивления грунта и др. Воздействуя на некоторые из факторов, можно снизить разности потенциалов, действующие на человека, до безопасных значений.

Напряжением прикосновения  $U_{пр}$  называется напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, или иначе говоря, падение напряжения в сопротивлении тела человека, В:

$$U_{пр} = I_h \cdot R_h.$$

где  $I_h$  – ток, проходящий через человека по пути рука – ноги, А;

$R_h$  – сопротивление тела человека, Ом.

В области защитных заземлений, занулений и т.п. мер защиты, одна из этих точек имеет потенциал заземлителя  $\varphi_з$ , В, а другая – потенциал основания в том месте, где стоит человек,  $\varphi_{осн}$ , В. В этом случае напряжение прикосновения будет:

$$U_{п} = \varphi_з - \varphi_{осн},$$

или

$$U_{п} = \varphi_з \cdot \alpha,$$

где  $\alpha$  – коэффициент, называемый коэффициентом напряжения прикосновения или просто коэффициентом прикосновения, учитывающий форму потенциальной кривой:

$$\alpha \leq 1.$$

Напряжением шага называется напряжение между точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек, или, иначе говоря, падение напряжения в сопротивлении тела человека, В:

$$U_{ш} = I_h \cdot R_h.$$

где  $I_h$  – ток, проходящий через человека по пути нога – нога, А;

$R_h$  – сопротивление тела человека, Ом.

В области защитных устройств от поражения током – заземления, зануления и др. – интерес представляет в первую очередь напряжение между точками на поверхности земли (или иного основания, на котором стоит человек) в зоне растекания тока с заземлителя. В этом случае напряжением шага будет являться разность потенциалов двух точек на поверхности земли в зоне растекания тока, которые находятся на расстоянии от заземлителя и на расстоянии шага одна от другой и на которых одновременно стоит человек.

#### **Тема 4. Анализ опасности поражения током (2 часа).**

В случае поражения человека током в результате электрического удара, т.е. прохождения тока через человека, являются следствием его прикосновения не менее чем к двум точкам электрической цепи, между которыми существует некоторое напряжение. Опасность такого прикосновения, оценивается, как известно, током, проходящим через тело человека или напряжением, под которым он оказался, т.е. напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в электрическую цепь, напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли, а также емкости токоведущих частей относительно земли и т.п.

Таким образом, указанная опасность не однозначна: в одних случаях включение человека в электрическую цепь будет сопровождаться прохождением через него малых токов и окажется неопасным, в других токи могут достигать больших значений, способных вызвать смертельное поражение человека.

Сети переменного тока бывают однофазными и многофазными. В промышленности применяют, как правило, трехфазные и значительно реже однофазные сети.

Однофазные сети могут быть двухпроводными изолированными от земли или с заземленным проводом и однопроводными, когда роль второго провода играет земля.

Двухпроводные сети используют для питания напряжением ручных переносных ламп, электрифицированных инструментов и подобных им потребителей, а также сварочных трансформаторов, испытательных установок и т.д.

Однопроводные сети применяют на электрифицированном транспорте в испытательных устройствах и т.п.

Трехфазные сети в зависимости от режима нейтрали источника тока и наличия нейтрального или нулевого проводника могут быть выполнены по четырем схемам: 1) трехпроводной с изолированной нейтралью; 2) трехпроводной с заземленной нейтралью; 3) четырехпроводной с изолированной нейтралью; 4) четырехпроводной с заземленной нейтралью.

Нейтраль, а правильнее нейтральная точка обмотки источника или потребителя электроэнергии, есть точка, напряжения которой относительно всех внешних выводов обмотки одинаковы по абсолютному значению. Нейтралью обладают многофазные источники и потребители энергии, обмотки которых соединены звездой. Обмотки нескольких однофазных источников или потребителей, соединенные последовательно или звездой, также могут иметь нейтральную точку.

Схемы включения человека в цепь тока могут быть различными. Однако наиболее характерны две схемы включения: между двумя фазами электрической сети и между одной фазой и землей. Разумеется, во втором случае предполагается наличие электрической связи между сетью и землей. Такая связь может быть обусловлена несовершенством изоляции проводов

относительно земли, наличием емкости между проводами и землей и наконец, заземлением нейтрали источника тока, питающего данную сеть.

Применительно к сетям переменного тока первая схема соответствует двухфазному прикосновению, а вторая – однофазному.

Двухфазное прикосновение, как правило, более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение – линейное, а ток проходящий через тело человека, оказывается не зависимым от схемы сети, режима ее нейтрали и других факторов и имеет наибольшее значение.

Случаи двухфазного прикосновения происходят очень редко. Они являются, как правило, результатом работы под напряжением в электроустановках до 1000 В – на щитах, сборках, воздушных линиях и т.п.

Однофазное прикосновение, как правило, менее опасно, чем двухфазное, поскольку ток, проходящий через человека, ограничивается влиянием многих факторов. Однако однофазное прикосновение возникает во много раз чаще.

#### **Тема 5. Защитное заземление (4 часа).**

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, с целью обеспечения электробезопасности. Металлические нетоковедущие части могут оказаться под напряжением вследствие замыкания токоведущей части на корпус, индуктивного влияния соседних токоведущих частей, разряда молнии, выноса потенциала и по другим причинам.

Эквивалентом земли может быть вода реки или моря, каменный уголь или каменная соль в коренном залегании и т.п.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения электрическим 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 рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Рабочее заземление – преднамеренное соединение с землей определенных точек электрической цепи, например нейтральных точек обмоток генераторов, силовых трансформаторов, дугогасящих аппаратов, реакторов поперечной компенсации в дальних линиях электропередачи, а также фазы при использовании земли в качестве фазного или обратного провода ВЛ. Рабочее заземление предназначено для обеспечения надлежащей работы электроустановок в нормальных или аварийных условиях и осуществляется непосредственно или через специальные аппараты – пробивные предохранители, разрядники, резисторы и т.п.

Заземление молниезащиты – преднамеренное соединение с землей молниеприемников и разрядников с целью 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 (за счет уменьшения сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования (за счет подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до значения близкого к значению потенциала заземленного оборудования).

Область применения защитного заземления:

Сети напряжением до 1000 В переменного тока – трехфазные трехпроводные с изолированной нейтралью, однофазные двухпроводные, изолированные от земли, а также постоянного тока двухпроводные с изолированной средней точкой обмоток источника тока;

Сети напряжением выше 1000 В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтральной или средней точки обмоток источников тока.

Защитное заземление является наиболее простой и в то же время весьма эффективной мерой защиты от поражения током при появлении напряжения на металлических нетоковедущих частях.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя – проводника или группы проводников соединенных между собой и находящихся в контакте с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.

В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: выносное и контурное.

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель его вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки. Поэтому выносное заземляющее устройство называют также сосредоточенным.

Недостатком выносного заземляющего устройства, причем существенным, является отдаленность заземлителя от заземленного оборудования, вследствие чего на всей или на части защищаемой территории коэффициент прикосновения  $\alpha=1$ . Поэтому этот тип заземляющего устройства применяется лишь при малых токах замыкания на землю, и в частности, в установках до 1000 В, где потенциал заземлителя не превышает значения допустимого напряжения прикосновения.

Кроме того, при большом расстоянии до заземлителя может значительно возрасти сопротивление заземляющего устройства в целом за счет большого сопротивления соединительного, т.е. заземляющего проводника.

Достоинством выносного заземляющего устройства является возможность выбора места вне защищаемой площадки для размещения электродов заземлителя с наименьшим сопротивлением грунта.

Контурное заземляющее устройство характеризуется тем, что электроды его заземлителя размещаются по контуру площадки, на которой находится заземляемое оборудование, а также внутри этой площадки. Часто электроды распределяются на площадке по возможности равномерно, и поэтому контурное заземляющее устройство называется также распределенным.

Безопасность при распределенном заземляющем устройстве может быть обеспечена не только за счет уменьшения потенциала заземлителя, а и за счет выравнивания потенциала на защищаемой территории до такого значения, чтобы максимальные напряжения прикосновения и шага не превышали допустимых значений. Это достигается путем соответствующего размещения электродов заземлителя на защищаемой территории.

Внутри помещений выравнивание потенциала происходит естественным путем за счет наличия металлических конструкций трубопроводов, кабелей и подобных им проводящих предметов связанных с разветвленной сетью заземления. Металлическая арматура железобетонных зданий и сооружений также оказывает благоприятное влияние на выравнивание потенциала.

Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные – находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Для искусственных заземлителей применяются обычно вертикальные и горизонтальные электроды.

В качестве вертикальных электродов используют прутковую сталь диаметром не менее 10 мм, длиной до 10 м, а иногда более, а также угловую сталь размером от 40х40 до 60х60 мм и толщиной полка не менее 4 мм. Для связи вертикальных электродов между собой и в качестве самостоятельного горизонтального электрода применяют обычно полосовую сталь толщиной не менее 4 мм. Причем для электроустановок напряжением выше 1000 В сечение горизонтального заземлителя выбирают по термической стойкости (исходя из допустимой температуры нагрева 400°С).

Размещение электродов на территории, отведенной для заземлителя, производят в соответствии с проектом. При этом электроды не следует располагать 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.



## **Тема 6. Защитное отключение (4 часа).**

Защитное отключение – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения человека электрическим током.

Такая опасность может возникнуть, в частности, при замыкании фазы на корпус, снижении сопротивления изоляции сети ниже определенного предела и, наконец, в случае прикосновения человека непосредственно к токоведущей части, находящейся под напряжением.

Во всех случаях опасность поражения обусловлена напряжением прикосновения или, иначе говоря, током, проходящим через тело человека.

Таким образом, если при прикосновении человека к корпусу оборудования или фазе сети напряжение прикосновения превысит длительно допустимое значение, то возникнет реальная угроза поражения человека током и мерой защиты в этом случае может быть, в частности, быстрый разрыв цепи тока через человека, т.е. отключение соответствующего участка сети. Для выполнения этой задачи и предназначено защитное отключение.

Следует особо подчеркнуть, что важнейшим фактором защитного отключения, обеспечивающим безопасность человека, оказавшегося под током, является сокращение времени нахождения человека под опасным для него напряжением до весьма малых значений – долей секунды.

Основными элементами устройства защитного отключения (УЗО) являются прибор защитного отключения и исполнительный орган – автоматический выключатель.

Прибор защитного отключения – совокупность отдельных элементов, которые воспринимают входную величину, реагируют на ее изменения и при заданном ее значении дают сигнал на отключение выключателя. Этими элементами являются: 1) датчик – входное звено устройства, воспринимающее воздействие извне и осуществляющее преобразование этого воздействия в соответствующий сигнал; датчиком служат, как правило, реле соответствующего типа, а иногда измерительные трансформаторы, вход

усилителя, фильтры тока и напряжения нулевой последовательности и т.п.; 2) усилитель, предназначенный для усиления сигнала датчика, если он оказывается недостаточно мощным; 3) цепи контроля, служащие для периодической проверки исправности защитного отключения; 4) вспомогательные элементы – сигнальные лампы и измерительные приборы, характеризующие состояние электроустановки.

Исполнительный орган – автоматический выключатель, обеспечивающий отключение соответствующего участка электроустановки при получении сигнала от прибора защитного отключения.

В сетях до 1000 В в качестве выключателей, удовлетворяющих требованиям защитного отключения, успешно применяются контакторы, т.е. выключатели, снабженные электромагнитным управлением в виде удерживающей катушки; магнитные пускатели – трехфазные контакторы переменного тока, снабженные тепловыми реле для автоматического отключения при перегрузках потребителей; автоматические выключатели – наиболее сложные отключающие аппараты до 1000 В, в том числе быстродействующие автоматы; специальные выключатели, предназначенные для работы в устройствах защитного отключения.

Основные требования, которым должны удовлетворять УЗО:

- 1) высокая чувствительность;
- 2) малое время отключения;
- 3) селективность действия;
- 4) способность осуществлять самоконтроль исправности;
- 5) достаточная надежность.

Чувствительность УЗО – их способность реагировать на малые изменения входной величины – оказывает непосредственное влияние на степень безопасности.

Высокочувствительные устройства позволяют задавать уставку, обеспечивающую безопасность прикосновения человека к фазе. Однако они, как правило, более сложны и дороги. Под уставкой в данном случае понимается

наперед установленное значение входного сигнала, при котором УЗО срабатывает.

Время отключения – интервал времени с момента возникновения аварийной ситуации до момента прекращения тока во всех полюсах выключателя, равный времени действия прибора и времени действия выключателя.

Чем меньше время отключения, тем выше степень безопасности при одних и тех же условиях, так как опасность воздействия тока снижается с уменьшением времени его прохождения через тело человека.

Существующие конструкции приборов и аппаратов, применяемых в системах защитного отключения, обеспечивают время отключения 0,05 – 0,2 с.

Селективность – избирательность действия УЗО – выражается в способности отключать от сети лишь поврежденный объект, т.е. объект, в котором возникла опасность поражения человека током. Это очень важное свойство защитного отключения, поскольку из-за неселективности вместе с поврежденными объектами может отключаться исправное оборудование. К сожалению, селективностью обладают лишь некоторые схемы защитного отключения.

Самоконтроль – способность реагировать на неисправности в собственной схеме путем отключения защищаемого объекта – является желательным для всех типов защитноотключающих устройств. Однако этим свойством обладают далеко не все схемы.

Самоконтроль исправности необходим для схем УЗО, которые применяются взамен заземления или зануления, ибо в противном случае при отсутствии заземления (зануления) и неисправности УЗО замыкание на корпус останется неотключенным и создаст реальную опасность поражения током.

Надежность УЗО характеризуется постоянной готовностью к действию, способностью срабатывать во всех случаях нарушения нормального режима работы защищаемого объекта с возникновением опасности поражения током и,

наконец, способностью не реагировать на все другие случаи нарушения режима.

Надежность должна быть достаточно высокой, так как отказы УЗО могут создавать опасные для людей условия в смысле поражения током или сопровождаться беспричинными отключениями работающего оборудования.

Область применения устройств защитного отключения практически не ограничена: они могут применяться в сетях любого напряжения и с любым режимом нейтрали. Тем не менее наибольшее распространение УЗО получили в сетях до 1000 В, где они обеспечивают безопасность при замыкании фазы на корпус, снижении сопротивления изоляции сети относительно земли ниже некоторого предела, прикосновении человека к токоведущей части, находящейся под напряжением, и т.п. Однако эти свойства зависят от типа УЗО и параметров электроустановки.

Защитное отключение является весьма рациональной мерой защиты в любых электроустановках, но особенно когда по каким-либо причинам трудно осуществить эффективное заземление или зануление, а также когда высока вероятность случайного прикосновения людей к токоведущим частям. Такие условия чаще всего возникают в передвижных электроустановках, а также в стационарных испытательных устройствах, расположенных в районах с плохо проводящими грунтами, и т.п.

### **Тема 7. Электрические защитные средства и предохранительные приспособления (2 часа).**

В процессе эксплуатации электроустановок нередко возникают условия, при которых даже самое совершенное конструктивное исполнение установок не обеспечивает безопасности работающего, и поэтому требуется применение специальных средств защиты – приборов, аппаратов, переносимых и перевозимых приспособлений и устройств, служащих для защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения электрическим током, от вредного воздействия электрического поля и продуктов горения, от опасности падения с высоты и пр. Эти средства не являются конструктивными частями

электроустановок; они дополняют защитные свойства стационарно установленных ограждений, блокировок, сигнализаций и специальных устройств – заземлений, занулений и т.п.

Средства защиты, применяемые в электроустановках, можно условно разделить на четыре группы: изолирующие, ограждающие, экранирующие и предохранительные. Первые три группы предназначены для защиты персонала от поражения электрическим током и вредного воздействия электрического поля и называются электрозащитными средствами.

Изолирующие электрозащитные средства изолируют человека от токоведущих или заземленных металлических частей, а также земли. Они делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие электрозащитные средства обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки и поэтому ими разрешается прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. К ним относятся:

В электроустановках до 1000 В – диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, а также указатели напряжения;

В электроустановках выше 1000 В – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В.

Дополнительные изолирующие электрозащитные средства обладают изоляцией, не способной выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому они не могут самостоятельно защитить человека от поражения током при этом напряжении. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться; причем при использовании основных электрозащитных средств достаточно применения одного дополнительного электрозащитного средства.

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся:

В электроустановках до 1000 В – диэлектрические галоши сапоги и ковры, а также изолирующие подставки;

В электроустановках выше 1000 В – диэлектрические перчатки, боты и ковры, а также изолирующие подставки.

Ограждающие электрозащитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, к которым возможно случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние, а также для предупреждения ошибочных операций с коммутационными аппаратами. К ним относятся: временные переносные ограждения – щиты и ограждения-клетки, изолирующие накладки, временные переносные заземления, знаки и плакаты безопасности.

Экранирующие электрозащитные средства имеют задачу исключить вредное воздействие на работающих электрических полей промышленной частоты. К ним относятся индивидуальные экранирующие комплекты, переносные экранирующие устройства и экранирующие тканевые изделия.

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от вредных воздействий неэлектрических факторов – световых, тепловых и механических, а также от продуктов горения и падения с высоты. К ним относятся: защитные очки и щитки; специальные рукавицы, изготовленные из трудновоспламеняемой ткани; защитные каски, противогазы; предохранительные монтерские пояса; страховочные канаты; монтерские когти.

**Тема 8. Защита от воздействия электромагнитного поля промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения (2 часа).**

В процессе эксплуатации электроэнергетических установок – открытых распределительных устройств (ОРУ) и воздушных линий (ВЛ) электропередачи сверх- и ультравысокого напряжений (330 кВ и выше) было отмечено

ухудшение состояния здоровья персонала, обслуживающего указанные установки. Субъективно это выражалось в ухудшении самочувствия работающих, которые жаловались на повышенную утомляемость, вялость, головные боли, плохой сон и боли в сердце и т.п.

Специальные наблюдения и исследования, проведенные в России и за рубежом подтвердили обоснованность этих жалоб и установили, что фактором, влияющим на здоровье обслуживающего персонала является электромагнитное поле, возникающее в пространстве вокруг токоведущих частей действующих электроустановок.

В электроустановках напряжением меньше 330 кВ также возникают электромагнитные поля, но менее интенсивные и, как показал длительный опыт эксплуатации таких установок, не оказывающие отрицательного влияния на биологические объекты.

Интенсивное электромагнитное поле промышленной частоты вызывает у работающих нарушение функционального состояния центральной нервной системы, а также периферического кровоснабжения. При этом наблюдается повышенная утомляемость, снижение точности рабочих движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, сопровождающихся сердцебиением и аритмией, и т.п.

Эффект воздействия электромагнитного поля на биологический объект принято оценивать количеством электромагнитной энергии, поглощаемой этим объектом при нахождении его в поле.

Электромагнитное поле можно рассматривать как состоящее из двух полей: электрического и магнитного. Можно также считать, что в электроустановках электрическое поле возникает при наличии напряжения на токоведущих частях, а магнитное при прохождении тока по этим частям.

Допустимо также считать, что при малых частотах, в том числе при промышленной частоте электрическое и магнитное поля не связаны между собой и поэтому их можно рассматривать отдельно, как и оказываемое ими влияние на биологические объекты.

Выполненные для действительных условий расчеты показали, что в любой точке электромагнитного поля, возникающего в электроустановках промышленной частоты, поглощенная телом человека энергия магнитного поля примерно в 50 раз меньше поглощенной им энергии электрического поля в рабочих зонах ОРУ и ВЛ напряжением 330 кВ и выше не превышает 50 – 60 А/м, в то время как вредное действие магнитного поля на биологические объекты проявляется при напряженности во много раз большей. Лишь в отдельных случаях, например, вблизи реакторов, напряженность магнитного поля может достигать 400 – 500 А/м, а при работах под напряжением на ВЛ 500 – 750 кВ напряженность магнитного поля на поверхности провода, которого касается работающий может достигать еще больших значений.

Отрицательное действие на организм человека электромагнитного поля промышленной частоты обусловлено электрическим полем, магнитное же поле оказывает незначительное биологическое действие и в практических условиях им можно пренебречь.

Электрическое поле электроустановок промышленной частоты можно рассматривать в каждый данный момент как электростатическое поле, т.е. применять к нему законы электростатики. Это поле создается по крайней мере между двумя электродами, которые несут заряды разных знаков и на которых начинаются и оканчиваются силовые линии.

Механизм биологического действия электрического поля на организм человека изучен недостаточно. Предполагается, что нарушение регуляции физиологических функций организма обусловлено воздействием поля на различные отделы нервной системы. При этом повышение возбудимости центральной нервной системы происходит вследствие рефлекторного действия поля, и тормозной эффект – результат прямого воздействия поля на структуры головного и спинного мозга. Считается, что кора головного мозга, а также промежуточный мозг особенно чувствительны к воздействию электрического поля.



## **Тема 9. Безопасность при пофазном ремонте воздушных линий электропередачи (2 часа).**

В нашей стране нашел применение так называемый пофазный ремонт воздушных линий электропередачи (ВЛ), т.е. ремонт отключенной фазы, в то время как две другие фазы остаются в работе и обеспечивают электроснабжение потребителей. При этом методе ремонта выполняются различные виды работ как на ВЛ, так и на подстанциях, в том числе ремонт и замену опор, проводов, выключателей и другого оборудования, а также ревизию и профилактические испытания. Работы ведут обычными способами, т.е. так же, как и при отключении всех фаз, но лишь на одной фазе.

При пофазном ремонте персонал, выполняющий работы на отключенной фазе, находится в условиях повышенной опасности поражения током по следующим причинам: наличие на отключенном проводе значительного потенциала, обусловленного электростатическим и электромагнитным влиянием оставшихся в работе проводов; близость проводов, находящихся под рабочим напряжением; возникновение электрической дуги, вызываемой емкостным током, при наложении и снятии временного заземления с отключенного провода и др.

Указанные обстоятельства обуславливают особенности пофазного ремонта и требуют принятия специальных мер, обеспечивающих безопасные и высокопроизводительные условия работы ремонтного персонала.

Главной из этих мер является снижение до безопасного для человека значения потенциала отключенного провода линии на месте производства работ путем соблюдения особых условий его заземления. Вместе с тем должна быть безошибочно определена протяженность участка линии, на котором ремонтному персоналу обеспечена безопасность прикосновения к отключенному проводу из условий допустимого напряжения прикосновения. Лица, выполняющие работы, обязаны соблюдать определенные безопасные расстояния до проводов линии, находящихся под напряжением. Наложение и снятие переносного заземления с отключенного провода должны

осуществляться с помощью специального дугогасящего устройства – штанги-гасителя.

Выполнение работ при пофазном ремонте ВЛ должно поручаться специально обученным лицам при постоянном надзоре производителя работ. Пофазный ремонт разрешается производить на одноцепных и двухцепных ВЛ 35 – 220 кВ с любым расположением проводов. При этом однако должны быть достаточно большими расстояния от проводов, находящихся под напряжением, до оси стойки деревянной опоры или тела стойки металлической и железобетонной опор. Так, эти расстояния должны быть не менее 1,5 м на линиях напряжением до 110 кВ включительно; 2 м на линиях 150 кВ и 2,5 м на линиях 220 кВ. При необходимости можно применить съемные сплошные ограждения из изоляционного материала, препятствующие приближению и прикосновению работающего к проводу и изоляторам.

#### **Тема 10. Безопасность при работах под напряжением на ВЛ (4 часа).**

В период Великой Отечественной войны, когда бесперебойное снабжение электроэнергией промышленных предприятий приобрело особо важное значение, в Советском Союзе был разработан и начал применяться метод ремонта воздушных линий электропередачи 35 и 110 кВ без их отключения, т.е. под напряжением.

Особенности указанного метода заключается в следующем: 1) линия электропередачи при ремонте остается в работе, благодаря чему обеспечивается бесперебойность электроснабжения потребителей; 2) персонал, выполняющий ремонтные работы, будучи надежно изолирован от земли, может безопасно прикасаться неизолированным инструментом или голыми руками к проводам линии, находящимся под рабочим напряжением.

В последующие годы этот метод непрерывно совершенствовался в целях повышения производительности труда и безопасности работы. Вместе с тем расширялась и область применения его при напряжениях меньших 35 кВ и больших 110 кВ.

В настоящее время ремонт воздушных линий электропередачи под напряжением производится также в ряде стран ближнего и дальнего зарубежья, причем этот метод ремонта применяется на ВЛ практически всех напряжений – от 1 до 750 кВ включительно, а иногда и открытых распределительных устройствах.

Под напряжением на ВЛ выполняются: замена дефектных изоляторов поддерживающих гирлянд, ремонт и замена арматуры, осмотр провода со вскрытием подвесных зажимов устранение дефектов провода – установка шунтов, бандажей и ремонтных муфт, ремонт дистанционных распорок, ремонт грозозащитных тросов, установка на проводах контрольно-измерительных приборов и подробные им работы.

Опыт энергосистем России и зарубежный опыт показывают, что до 90 % объема работ по ремонту линий можно выполнять под напряжением.

Достоинством метода ремонта ВЛ под напряжением является, то что он обеспечивает народному хозяйству значительную экономию благодаря исключению недоотпуска электроэнергии потребителям в связи с отключением линий при обычном ремонте. При этом методе ремонта сохраняется не только непрерывность, но и существующая надежность питания потребителей электроэнергии. При ремонте неотключенных линий требуется меньше ремонтного персонала, так как работы на различных участках линии могут производиться в разное время, а не одновременно, как при ремонтах с отключением линий.

В основу метода работы с непосредственным прикосновением человека к проводу, находящемуся под рабочим напряжением, положен принцип изоляции человека от земли и тел, имеющих иной, чем провод потенциал. При опытах, проводившихся во время разработки метода, в качестве изоляции использовались обычные фарфоровые опорно-штыревые изоляторы ИШД – 35, предназначенные для монтажа колонок разъединителей открытых распределительных устройств, на которых размещался человек. При этом было установлено, что человек может касаться неизолированного провода,

находящегося под напряжением до 500 В переменного тока, не испытывая неприятных ощущений. При повышении напряжения до 1000 В прикосновение к проводу сопровождалось неприятным ощущением, а при напряжении 1000 – 4000 В – болезненным ощущением с явлением покалывания в месте касания от искры, возникающей между проводом и рукой.

С ростом напряжения мощность искры увеличивалась, и болезненность ощущения усиливалась. При напряжении 8-10 кВ действие искры оказывалось настолько значительным, что исключало возможность прикосновения к проводу.

Указанные ощущения возникали в моменты прикосновения к проводу и отрыва руки от него, а при наложении руки на провод, т.е. при хорошем контакте между ними, эти ощущения исчезали. Однако при дальнейшем повышении напряжения в период неизменного контакта с проводом человек начинал ощущать прохождение через него тока. Повышение напряжения усиливало болезненность этого ощущения и могло при некотором значении напряжения вызывать поражение человека током.

Эти явления объясняются тем, что через человека проходили ток проводимости и емкостной ток изолирующего устройства, а также емкостной ток человек – земля, значения которых возрастают с ростом напряжения провода относительно земли.

Чтобы исключить воздействие на человека токов схема была изменена следующим образом: поверх изолирующего устройства укладывали металлический лист, на котором и располагался человек, после чего этот лист соединяли с проводом линии. В результате тело человека шунтировалось этим проводником, т.е. ток проводимости и емкостной ток изолирующего устройства проходили через шунтирующий проводник, минуя человека. Эта схема положена в основу метода работы с непосредственным прикосновением человека к проводу, находящемуся под напряжением, хотя и она имеет недостаток: емкостной ток человек – земля и в этом случае проходит через человека.

## **Тема 11. Организация безопасной эксплуатации электроустановок (8 часа).**

Электроустановкой называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии. Различают электроустановки открытые и закрытые.

Открытыми или наружными электроустановками называются электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий или защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т.п.

Закрытыми или внутренними электроустановками называются электроустановки, размещенные внутри зданий, защищающих их от атмосферных воздействий.

Персонал, обслуживающий электроустановки, в зависимости от возложенных на него обязанностей и выполняемой работы делится на следующие группы:

- 1) Административно-технический персонал,
- 2) Оперативны (дежурный) персонал,
- 3) Ремонтный персонал,
- 4) Оперативно-ремонтный персонал,
- 5) Неэлектротехнический персонал.

Лица, обслуживающие электроустановки, не должны иметь увечий или болезней, мешающих производственной работе, а также усиливающих опасность воздействия электрического тока на организм.

Для персонала, несущего дежурство в электроустановках, принимающего непосредственное участие в оперативных переключениях, а также выполняющего ремонтные, монтажные, наладочные и другие работы в действующих электроустановках, состояние здоровья устанавливается медицинским освидетельствованием при приеме на работу, а затем периодически 1 раз в 2 года; для лиц, работающих с ртутными выпрямителям и

преобразователями, выполняющих работы на высоте или связанные с подъемом на высоту, а также по обслуживанию подъемных сооружений, периодические медицинские освидетельствования производятся ежегодно. Перечень болезней и расстройств, препятствующих допуску к работам по обслуживанию действующих электроустановок, утвержден органами здравоохранения.

Все вновь принятые на работу лица до получения разрешения на посещение ими данного предприятия должны пройти вводный инструктаж, а затем – до получения разрешения на посещение ими рабочего места – первичный инструктаж.

Лица из числа дежурного и оперативно-ремонтного персонала до назначения на самостоятельную работу обязаны кроме того пройти: необходимую теоретическую подготовку; обучение на рабочем месте, проверку знаний ПТБ и ПТЭ, производственных и должностных инструкций в объеме, обязательном для данной должности; дублирование, т.е. исполнение обязанностей дежурного по месту работы. Остальной вновь принятый производственный персонал, включая ремонтный, а также руководящие и инженерно-технические работники допускаются к самостоятельной работе после первичной проверки знаний ПТБ, ПТЭ и производственных должностных инструкций.

Проверка знаний ПТЭ, ПТБ и производственных инструкций может быть первичной, периодической и внеочередной.

Первичной проверке знаний подвергаются принятые на работу лица, после производственного обучения перед допуском их на самостоятельную работу, а также лица, переводимые на другую работу на том же предприятии либо при переходе на другое предприятие и при повышении разряда.

Периодическая (очередная) проверка знаний рабочих и инженерно-технического оперативного и ремонтного персонала энергопредприятий, производственных служб районных энергетических управлений, оперативных диспетчерских управлений, рабочих и инженерно-технического персонала

ремонтных и наладочных предприятий и организаций, непосредственно связанных с ремонтом, испытанием и наладкой энергетического оборудования электростанций и сетей, а также других инженерно-технических работников, привлекаемых к переключениям в электрических установках, должна производиться не реже 1 раза в год.

Остальные инженерно-технические, а также руководящие работники всех предприятий и подразделений РЭУ, ремонтных и наладочных предприятий и организаций проходят периодическую проверку знаний ПТЭ ПТБ 1 раз в три года.

Внеочередной проверке знаний подвергаются лица, нарушившие требования, ПТЭ, ПТБ и производственных инструкций.

Существует пять групп по электробезопасности, которые присваиваются лицам, обслуживающим электроустановки, в зависимости от производственной квалификации, стажа работы в электроустановках и знания правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

Группа I присваивается лицам, не имеющим стажа работы в обслуживаемых ими либо подобных им электроустановках, в том числе неэлектротехническому персоналу, привлекаемому к работе в электроустановках (строительные рабочие, уборщики, водители автомобилей, машинисты грузоподъемных машин и механизмов и др.).

Группа II присваивается лицам, имеющим стаж работы в обслуживаемых ими либо подобных им электроустановках не менее 1 мес., за исключением лиц из административно-технического, оперативно-ремонтного и ремонтного персонала с специальным средним и высшим техническим образованием, а также окончивших ПТУ, присвоение которым группы II производится независимо от стажа работ. Неэлектротехнический персонал должен иметь стаж работы не менее 2 мес.

Группа III присваивается лицам, имеющим стаж работы в группе II: 2 мес. для административно-технического, дежурного, оперативно-ремонтного и ремонтного персонала; 3 мес. для практикантов институтов и техникумов; 6

мес. для практикантов профучилищ. Неэлектротехнический персонал должен иметь стаж работы в обслуживаемых им либо подобных электроустановках не мене 12 мес.

Группы IV и V присваиваются лишь лицам из административно-технического, дежурного, оперативно-ремонтного и ремонтного персонала. При этом они должны иметь стаж работы в предыдущей группе не менее: лица, не имеющие среднего образования – 6 и 24 мес. для присвоения групп IV и V соответственно; лица со средним образованием – 3 и 12 мес.; лица со специальным средним и высшим техническим образованием, а также окончившие ПТУ – 3 и 6 мес.

Дежурство в электроустановках производится по графику, который составляется в соответствии с законодательством о труде и утверждается должностным лицом. Дежурство в течении двух смен подряд не разрешается. Дежурство могут выполнять один или несколько человек. В последнем случае назначается старший дежурный в смене.

В электроустановках выше 1000 В лица из числа дежурного или оперативно-ремонтного персонала, единолично обслуживающие электроустановки, и старшие по смене должны иметь группу IV, остальные – группу III.

В электроустановках до 1000 В лица из числа дежурного или оперативно-ремонтного персонала, единично обслуживающие электроустановку, должны иметь группу не ниже III.

Старший или одиночный дежурный во время своего дежурства является лицом, ответственным за правильное обслуживание, а также за безопасную и безаварийную работу всего электрооборудования на порученном ему участке. Он обязан обеспечить безопасные условия работы подчиненных ему лиц и следить за соблюдением ими правил техники безопасности.

Назначение осмотров – своевременное выявление недостатков и ненормальностей в работе оборудования, выявление неисправностей оборудования и сооружений, в том числе строительной части, проверка



наличия и исправности вспомогательных устройств и других средств защиты, противопожарных средств и т.п.

Осмотры могут производиться как единолично, так и группой лиц. В последнем случае выделяется старший или руководитель группы.

Объем осмотров, т.е. перечень устройств и оборудования, подлежащих осмотру, порядок и сроки их проведения регулируются местной инструкцией с учетом видов оборудования, состояния его условий эксплуатации, среды, в которой протекает работа установки, и пр.

Одновременно должны осматриваться также вспомогательные элементы и приспособления, в том числе обеспечивающие безопасные условия эксплуатации электроустановки. Так, при осмотрах необходимо проверить: наличие закрепленных за данной установкой защитных и противопожарных средств, наличие аптечки и медикаментов в ней; наличие на дверях, камерах и других местах постоянно укрепленных знаков и плакатов безопасности, надписей; целостность заземляющих проводов и шин; исправность дверей и замков и т.д.

Осмотр электроустановок электростанций и подстанций может выполнять одно лицо с группой III из числа дежурного, оперативно-ремонтного персонала либо лицо с группой V из числа административно-технического персонала. Остальному электротехническому персоналу осмотр разрешается выполнять под надзором одного из перечисленных лиц.

Переключения в электроустановках производятся в следующих случаях: при изменении схемы электрических соединений в целях создания определенного режима работы электроустановки; при подготовке рабочего места для производства работ в действующей электроустановке – ремонтных, монтажных, наладочных и т.п.; при ликвидации аварий, пожаров и при иных подобных случаях в электроустановке.

Распоряжение на производство переключений выдает вышестоящий оперативный персонал, в управлении которого находится данная электроустановка. В распоряжении должна указываться последовательность

операций в схеме электроустановки, а также в цепях релейной защиты и автоматики (РЗА) с необходимой степенью детализации.

В случаях, не терпящих отлагательства, допускается выполнение переключений без распоряжения и разрешения вышестоящего оперативного персонала, но с последующим его уведомлением.

Порядок выполнения переключений в электроустановках выше 1000 В следующий:

А) лицо, получившее задание на переключение, обязано повторить его, записать в оперативный журнал и установить по оперативной, мнемонической схеме или схеме-макету порядок предстоящих операций, включая операции в цепях РЗА, и составить, если требуется, бланк переключений.

Б) при выполнении переключений двумя лицами лицо, получившее распоряжение, обязано разъяснить по схеме соединений второму лицу, участвующему в переключении, порядок операции;

В) при возникновении сомнений в правильности выполнения переключений их следует прекратить и повторно проверить требуемую последовательность операций по схеме соединений;

Г) после выполнения задания на переключение об этом должна быть сделана запись в оперативном журнале.

### **3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

#### **3.1 Методические указания по проведению самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов включает изучение лекционного материала и дополнительной литературы по дисциплине при подготовке к занятиям, работу в библиотеке и сдачу зачета. Контроль степени усвоения материала осуществляется с помощью вопросов для самопроверки. Также на каждой лекции предусмотрен 10 минутный опрос студентов по ранее (и самостоятельно) изученному материалу.

**Тема №1. Действие электрического тока на организм человека. (2 часа)**

Виды поражений электрическим током. Электрическое сопротивление тела человека. Влияние значения тока на исход поражения.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие существуют виды электротравм?
2. Какова опасность электротравм?
3. Как измеряется электрическое сопротивление тела человека?
4. Как влияет величина и частота тока на исход поражения?

**Тема №2. Первая помощь пострадавшим от электрического тока. (2 часа)**

Освобождение человека от действия электрического тока. Меры первой доврачебной медицинской помощи. Искусственное дыхание. Массаж сердца. Эмкофическая дефибриляция сердца.

1. Меры первой доврачебной помощи.
2. Порядок выполнения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.
3. Каким образом можно освободить человека от воздействия электрического тока?
4. Что такое дефибриляция сердца.

**Тема №3. Явления при стекании тока в землю. (4 часа)**

Распределение потенциала на поверхности земли. Сопротивление заземлителя растеканию тока. Сопротивление заземлителей растеканию тока и многослойных грунтах. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель. Напряжение прикосновения при групповом заземлителе. Напряжение шага. Электрическое сопротивление земли.

1. В чем преимущество группового заземлителя перед одиночным?
2. Как распределяется потенциал по поверхности земли, при разных типах заземлителя?
3. Что такое шаговое напряжение, когда оно возникает, какова опасность?
4. Как влияет многослойность грунта на растекание тока в земле.

**Тема №4. Анализ опасности поражения током (2 часа)**

Поражения током в различных электрических сетях, в однофазных и трехфазных сетях, в нормальных и аварийных режимах. Выбор схемы сети и режима нейтрали.

1. Какие режимы нейтрали существуют, в каких сетях применяются?
2. Влияние нейтрали в аварийных режимах.
3. Пути протекания тока через человеческое тело.

**Тема №5. Защитное заземление. (4 часа)**

Назначение, принцип действия и область применения защитного заземления. Типы заземляющих устройств. Выполнение заземляющих устройств. Расчет защитного заземления. Выбор типа заземлителя. Зануление. Принцип действия зануления. Назначение отдельных элементов схемы зануления. Расчет зануления.

1. Для чего необходимо заземление электроустановок?
2. Принцип действия защитного заземления.
3. Принцип действия зануления.
4. Какие существуют типы заземления, где они применяются?

**Тема №6. Защитное отключение. (4 часа)**

Назначение, основные элементы, основные требования, область применения УЗО. Типы УЗО. Устройства, реагирующие на потенциал корпуса. Устройства, реагирующие на ток нулевой последовательности. Устройства, реагирующие на ток замыкания на землю. Устройства, реагирующие на напряжение нулевой последовательности. Устройства, реагирующие на оперативный ток.

1. Назначение УЗО.
2. Типы УЗО.
3. Область применения УЗО.
4. Основные элементы УЗО.

**Тема №7. Электротехнические защитные средства и предохранительные приспособления. (2 часа)**

Классификация защитных средств. Назначение, конструкция и правила применения защитных средств.

1. Классификация защитных средств.
2. Что такое основные электрические средства защиты и что такое дополнительные?
3. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках до 1000 В.
4. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках выше 1000 В.
5. Что относится к предохранительным приспособлениям?

**Тема №8. Защита от воздействия электромагнитного поля промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения.**  
(2 часа)

Биологическое действие электромагнитного поля. Напряженность электрического поля. Гигиенические нормативы. Экранирующий костюм. Экранирующие устройства.

1. Как воздействует электромагнитное поле на человека? В чем заключается опасность этого воздействия?
2. Что такое напряженность электрического поля?
3. Какие защитные устройства вы знаете? Как они работают?

**Тема №9. Безопасность при пофазном ремонте ВЛЭП.** (2 часа)

Особенности пофазного ремонта. Электромагнитное влияние. Меры безопасности при работах под напряжением на ВЛ.

1. Каковы особенности пофазного ремонта ВЛЭП?
2. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при ремонте ВЛЭП?
3. Какие защитные средства применяются при пофазном ремонте ВЛЭП?

**Тема №10. Безопасность при работах под напряжением на ВЛ.** (4 часа)

Особенности, достоинства, недостатки при работах под напряжением на ВЛ. Принцип, положенный в основу метода работ под напряжением.

Приспособления и порядок выполнения работ под напряжением. Анализ опасности при работе под напряжением.

1. Какова опасность работы под напряжением?
2. Какие приспособления применяются для работы под напряжением?
3. Какие достоинства этого метода?

### **Тема №11. Организация безопасной эксплуатации электроустановок.**

(8 часов)

Персонал, обслуживающий электроустановки. Медицинское освидетельствование персонала. Обучение персонала. Проверка знаний персоналом правил и инструкций. Квалификационные группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током. Дежурства в электроустановках. Осмотры электроустановок. Оперативные переключения. Категории работ. Условия производства работ. Лица, ответственные за безопасность производства работ. Выдача нарядов и распоряжений на производство работ. Отключение токоведущих частей. Вывешивание переносных плакатов безопасности и ограждение места работ. Проверка отсутствия напряжения на отключенных токоведущих частях. Наложение временных заземлений. Допуск бригады к работе. Надзор во время работы. Перерыв в работе и окончание работ.

1. Как производится обучение персонала, работающего в электроустановках?
2. Какие квалификационные группы по электробезопасности вы знаете?
3. Как производятся оперативные переключения?
4. Кто отвечает за безопасность производства работ?
5. Как выдается наряд или распоряжение на производство работ?
6. Как проверить отсутствие напряжения на отключенных токоведущих частях?
7. Для чего накладывается временное заземление?

8. Кто осуществляет надзор во время работы?
9. Как происходит допуск бригады к работе?
10. Перерыв и окончание работ.

### **3.2 График самостоятельной учебной работы студентов**

График самостоятельной работы студентов по дисциплине с указанием ее содержания, объема в часах, сроков и форм контроля показан в пункте 1.2. В пункте 3.1 более подробно расписано содержание самостоятельной работы студентов.

### **3.3 Методические указания по выполнению домашних заданий**

Целью выполнения домашнего задания является самостоятельное изучение материала при подготовке к следующему занятию. Основным работой дома является изучение литературы.

В конце лекционного занятия преподавателем выдается несколько тем по которым будет производится опрос (контрольная работа) с указанием литературы, которая может быть использована. Вопросы прорабатываемые студентами дома обычно выходят за рамки лекционного курса.

### **3.3 Фонд домашних заданий**

Домашние задания выполнены в виде перечня тем для самостоятельной проработки материала.

1. Особенности действия электрического тока на живую ткань.
2. Местные электротравмы.
3. Электрический удар.
4. Механизм смерти от электрического тока.
5. Живая ткань, как проводник электрического тока.
6. Электрическое сопротивление тела человека.
7. Зависимость сопротивления тела человека от состояния кожи.
8. Зависимость сопротивления тела человека от параметров электрической цепи.
9. Зависимость сопротивления тела человека от физиологических факторов и окружающей среды.

10. Поражающий фактор.
11. Характер воздействия токов разного значения.
12. Влияние продолжительности тока на исход поражения.
13. Влияние пути тока на исход поражения.
14. Влияние частоты и рода тока на исход поражения.
15. Влияние индивидуальных свойств человека на исход поражения.
16. Освобождение пострадавшего от действия тока.
17. Меры первой доврачебной медицинской помощи.
18. Искусственное дыхание.
19. Непрямой массаж сердца.
20. Электрическая дефибриляция сердца.
21. Стеkanie тока в землю через одиночный заземлитель.
22. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель.
23. Напряжение прикосновения.
24. Напряжение шага.
25. Электрическое сопротивление земли.
26. Опасность поражения током в различных электрических сетях. Режим работы нейтрали.
27. Заземлители. Заземляющие проводники. Оборудование подлежащее защитному заземлению.
28. Зануление.
29. Защитное отключение.
30. Средства защиты, применяемые в электроустановках.
31. Электрические испытания средств защиты.
32. Предохранительные средства, применяемые в электроустановках.
33. Биологическое действие электромагнитного поля промышленной частоты.
34. Экранирующие устройства. Экранирующий костюм.
35. Безопасность при пофазном ремонте воздушных линий электропередачи.



36. Безопасность при работе под напряжением.
37. Обучение персонала, обслуживающего электроустановки.  
Медицинское освидетельствование персонала.
38. Проверка знаний персоналом правил и инструкций.
39. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током.
40. Дежурства в электроустановках.
41. Осмотры электроустановок.
42. Оперативные переключения.
43. Лица, ответственные за безопасность работ.
44. Выдача нарядов и распоряжений на производство работ.
45. Вывешивание переносных плакатов безопасности и ограждение места работ.
46. Проверка отсутствия напряжения на отключенных токоведущих частях электроустановок.
47. Наложение временных заземлений.
48. Допуск бригады к работе.
49. Надзор во время работы.
50. Перерывы в работе и окончание работ.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К информационному обеспечению можно отнести следующие ресурсы:

1. Система автоматизации библиотек «IRBIS». Данная система, предназначенная для обеспечения возможности поиска информации о книжном фонде библиотеки ВУЗа. Система позволяет искать информацию о библиотечном издании по следующим критериям: ключевые слова, автор, заглавие, год издания и др.;

2. Всемирная сеть InterNet. Данная сеть позволяет иметь доступ к информационным ресурсам всего мира и университета в частности. Адрес сайта Амурского государственного университета [www.amusru.ru](http://www.amusru.ru). В частности

на данном сайте можно своевременно узнать о событиях в ВУЗе, получить доступ к информационным ресурсам университета, в том числе к информации об аттестации, лицензировании.

3. Локальная библиотека кафедры Энергетики «Студент». Данный ресурс представляет собой электронные варианты книжного фонда, необходимого для учебного процесса.

## 5. МАТЕРИАЛЫ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

### 5.1 Методические указания по организации контроля знаний студентов

На лекциях проводится блиц-опрос (текущий контроль) по пройденному материалу, проверка домашнего задания, т.е. обсуждение рефератов (докладов). В конце семестра проводится зачет (вопросы к зачету приведены ниже в пункте 6.3).

План проведения блиц-опроса:

1. Напоминается тема предыдущего занятия;
2. Студентам задается 4 – 5 вопросов по предыдущей теме занятия;
3. Проводится анализ полученных ответов.

### 5.2 Методические указания по организации контроля знаний студентов

#### Блиц-опрос №1.

**Тема №1. Действие электрического тока на организм человека. (2 часа)**

Виды поражений электрическим током. Электрическое сопротивление тела человека. Влияние значения тока на исход поражения.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие существуют виды электротравм?
2. Что такое металлизация кожи?
3. Что такое электрические знаки?
4. Что такое электрический ожог?
5. Что такое электрофтальмия?

6. Какова опасность электротравм?
7. Как измеряется электрическое сопротивление тела человека?
8. Как влияет величина и частота тока на исход поражения?

Блиц-опрос №2.

**Тема №2. Первая помощь пострадавшим от электрического тока. (2 часа)**

Освобождение человека от действия электрического тока. Меры первой доврачебной медицинской помощи. Искусственное дыхание. Массаж сердца. Эмкофическая дефибриляция сердца.

1. Назовите меры первой доврачебной помощи.
2. Для чего делается массаж сердца.
3. Для чего делается искусственное дыхание.
4. Как определить есть ли у пострадавшего дыхание, пульс?
5. Порядок выполнения искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.
6. Каким образом можно освободить человека от воздействия электрического тока?
7. Что такое дефибриляция сердца.

Блиц-опрос №3.

**Тема №3. Явления при стекании тока в землю. (4 часа)**

Распределение потенциала на поверхности земли. Сопротивление заземлителя растеканию тока. Сопротивление заземлителей растеканию тока и многослойных грунтах. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель. Напряжение прикосновения при групповом заземлителе. Напряжение шага. Электрическое сопротивление земли.

1. В чем преимущество группового заземлителя перед одиночным?
2. Как распределяется потенциал по поверхности земли, при разных типах заземлителя?
3. Что такое напряжение прикосновения?
4. Что такое шаговое напряжение?

5. Когда возникает шаговое напряжение?
6. Чем опасно шаговое напряжение?
7. Как влияет многослойность грунта на растекание тока в земле.

#### Блиц-опрос №4.

#### **Тема №4. Анализ опасности поражения током (2 часа)**

Поражения током в различных электрических сетях, в однофазных и трехфазных сетях, в нормальных и аварийных режимах. Выбор схемы сети и режима нейтрали.

1. Какие режимы нейтрали существуют, в каких сетях применяются?
2. Влияние нейтрали на протекание тока в аварийных режимах.
3. Пути протекания тока через человеческое тело.

#### Блиц-опрос №5.

#### **Тема №5. Защитное заземление. (4 часа)**

Назначение, принцип действия и область применения защитного заземления. Типы заземляющих устройств. Выполнение заземляющих устройств. Расчет защитного заземления. Выбор типа заземлителя. Зануление. Принцип действия зануления. Назначение отдельных элементов схемы зануления. Расчет зануления.

1. Для чего необходимо заземление электроустановок?
2. Что такое выносное заземление?
3. Принцип действия защитного заземления.
4. Принцип действия зануления.
5. Какие существуют типы заземления, где они применяются?

#### Блиц-опрос №6.

#### **Тема №6. Защитное отключение. (4 часа)**

Назначение, основные элементы, основные требования, область применения УЗО. Типы УЗО. Устройства, реагирующие на потенциал корпуса. Устройства, реагирующие на ток нулевой последовательности. Устройства, реагирующие на ток замыкания на землю. Устройства, реагирующие на

напряжение нулевой последовательности. Устройства, реагирующие на оперативный ток.

1. Назначение УЗО.
2. Типы УЗО.
3. Область применения УЗО.
4. Основные элементы УЗО.
5. Устройства, реагирующие на потенциал корпуса.
6. Устройства, реагирующие на ток замыкания на землю.
7. Устройства, реагирующие на напряжение нулевой последовательности.
8. Устройства, реагирующие на ток нулевой последовательности.
9. Устройства, реагирующие на оперативный ток.

#### Блиц-опрос №7.

**Тема №7. Электротехнические защитные средства и предохранительные приспособления. (2 часа)**

Классификация защитных средств. Назначение, конструкция и правила применения защитных средств.

1. Классификация защитных средств.
2. Что такое основные электрические средства защиты и что такое дополнительные?
3. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках до 1000 В.
4. Основные и дополнительные средства защиты в электроустановках выше 1000 В.
5. Что относится к предохранительным приспособлениям?

#### Блиц-опрос №8.

**Тема №8. Защита от воздействия электромагнитного поля промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения. (2 часа)**

Биологическое действие электромагнитного поля. Напряженность электрического поля. Гигиенические нормативы. Экранирующий костюм. Экранирующие устройства.

1. Как воздействует электромагнитное поле на человека? В чем заключается опасность этого воздействия?
2. Что такое напряженность электрического поля?
3. Какие защитные устройства вы знаете? Как они работают?

Блиц-опрос №9.

**Тема №9. Безопасность при пофазном ремонте ВЛЭП. (2 часа)**

Особенности пофазного ремонта. Электромагнитное влияние. Меры безопасности при работах под напряжением на ВЛ.

1. Каковы особенности пофазного ремонта ВЛЭП?
2. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при ремонте ВЛЭП?
3. Какие защитные средства применяются при пофазном ремонте ВЛЭП?

Блиц-опрос №10.

**Тема №10. Безопасность при работах под напряжением на ВЛ. (4 часа)**

Особенности, достоинства, недостатки при работах под напряжением на ВЛ. Принцип, положенный в основу метода работ под напряжением. Приспособления и порядок выполнения работ под напряжением. Анализ опасности при работе под напряжением.

1. Какова опасность работы под напряжением?
2. Какие приспособления применяются для работы под напряжением?
3. Какие достоинства этого метода?
4. Что такое наведенное напряжение

Блиц-опрос №11.

**Тема №11. Организация безопасной эксплуатации электроустановок. (8 часов)**

Персонал, обслуживающий электроустановки. Медицинское освидетельствование персонала. Обучение персонала. Проверка знаний

персоналом правил и инструкций. Квалификационные группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током. Дежурства в электроустановках. Осмотры электроустановок. Оперативные переключения. Категории работ. Условия производства работ. Лица, ответственные за безопасность производства работ. Выдача нарядов и распоряжений на производство работ. Отключение токоведущих частей. Вывешивание переносных плакатов безопасности и ограждение места работ. Проверка отсутствия напряжения на отключенных токоведущих частях. Наложение временных заземлений. Допуск бригады к работе. Надзор во время работы. Перерыв в работе и окончание работ.

1. Как производится обучение персонала, работающего в электроустановках?
2. Какие квалификационные группы по электробезопасности вы знаете?
3. Как производятся оперативные переключения?
4. Кто отвечает за безопасность производства работ?
5. Как выдается наряд или распоряжение на производство работ?
6. Как проверить отсутствие напряжения на отключенных токоведущих частях?
7. Для чего накладывается временное заземление?
8. Кто осуществляет надзор во время работы?
9. Как происходит допуск бригады к работе?
10. Перерыв и окончание работ.
11. В каких случаях делаются ограждения?
12. Когда и для чего вывешиваются плакаты?

### **5.1 Итоговый контроль**

В конце семестра, на зачетной неделе проводится зачет.

Ниже приведем пример билетов по дисциплине «Электробезопасность».

#### **Билет № 1**

1. Особенности действия тока на живую ткань.
2. Порядок расчета защитного заземления.

**Билет № 2**

1. Виды электрических травм.
2. ПТБ при работе в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них.

**Билет № 3**

1. Механизм смерти от электрического тока.
2. ПТБ при пофазном ремонте ВЛ.

**Билет № 4**

1. Электрическое сопротивление тела человека.
2. Тушение пожаров в электроустановках.

**Билет № 5**

1. Характер воздействия на человека токов разного значения.
2. ПТБ при проведении испытаний с подачей повышенного напряжения от постороннего источника тока.

**Билет № 6**

1. Влияние тока на исход поражения.
2. Окончание работы. Закрытие наряда и включение оборудования в работу.

**Билет № 7**

1. Влияние индивидуальных свойств человека на исход поражения.
2. ПТБ при работе с электроизмерительными клещами и измерительными штангами.

**Билет №. 8**

1. Освобождение человека от действия тока.
2. Особенности пофазного ремонта.

**Билет № 9**

1. Правила проведения искусственного дыхания.
2. Кто имеет право проводить единоличный осмотр электрооборудования.



**Билет № 10**

1. Правила проведения массажа сердца.
2. Правила хранения и выдачи ключей от электроустановок.

**Билет № 11**

1. Распределение потенциала на поверхности земли.
2. Заземление токоведущих частей. Общие требования.

**Билет № 12**

1. Сопротивление заземлителя растеканию тока.
2. Может ли лицо со II группой по ТБ выполнять чистку изоляции

**Билет № 13**

1. Стеkanie тока в землю через групповой заземлитель.
2. Указатели напряжения, их назначение, принцип действия и правила применения.

**Билет № 14**

1. Напряжение прикосновения.
2. ПТБ при осмотре электрооборудования.

**Билет № 15**

1. Напряжение шага.
2. ПТБ при обслуживании КРУ.

**Билет № 16**

1. Анализ поражения током в однофазной сети изолированной от земли.
2. ПТБ при работе во вторичных цепях.

**Билет № 17**

1. Анализ поражения током в однофазной сети с заземленным проводом.
2. Лица, ответственные за безопасность работ, их права и обязанности.

**Билет № 18**

1. Анализ поражения током в трехфазной четырехпроводной сети с нейтралью, заземленной через активные и реактивные сопротивления.
2. Может ли кто-нибудь дополнять и изменять ПТБ.

**Билет № 19**

1. Что такое защитное и рабочее заземления.
2. Экранирующие устройства, конструкции и размещение.

**Билет № 20**

1. Типы заземляющих устройств.
2. Оформление перерывов в работе по наряду.

**Билет № 21**

1. Виды заземлителей.
2. Проверка отсутствия напряжения.

**Билет № 22**

1. Заземляющие проводники.
2. При каких условиях разрешается работать в электроустановках в согнутом положении?

**Билет № 23**

1. Принцип действия зануления.
2. Кто допускается к оперативному обслуживанию электроустановок.

**Билет № 24**

1. Повторное заземление нулевого провода.
2. Заземление ВЛЭП.

**Билет № 25**

1. Расчет зануления.
2. Хранение и учет заземлений.

**Билет № 26**

1. Основные требования, предъявляемые к УЗО.
2. Виды работ в электроустановках в отношении мер безопасности.

**Билет № 27**

1. Принцип действия УЗО, реагирующих на потенциал корпуса.
2. ПТБ при установке и снятии предохранителей.

**Билет № 28**

1. Принцип действия УЗО, реагирующих на ток замыкания на землю.

2. Кто имеет право проводить единоличный осмотр электрооборудования?

**Билет № 29**

1. Принцип действия УЗО, реагирующих на напряжение нулевой последовательности.

2. Экранирующий костюм. Конструкция костюма. Защитный принцип костюма.

**Билет № 30**

1. Принцип действия УЗО, реагирующих на ток нулевой последовательности.

2. Ток емкости «человек-земля» и его ограничения.

**Билет № 31**

1. Принцип действия УЗО, реагирующих на оперативный ток.

2. Перевод бригады на новое рабочее место.

**Билет № 32**

1. Основные и дополнительные электротехнические защитные средства в электроустановках до и выше 1000 В.

2. причины поражения током и способы их устранения при работах под напряжением.

**Билет № 33**

1. Изолирующие штанги, их назначение, конструкция и правила применения.

2. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, выполняемых со снятием напряжения.

**Билет № 34**

1. Напряженность электрического поля в электроустановках сверхвысокого напряжения.

2. Можно ли приближаться к месту замыкания провода на землю.

**Билет № 35**

1. Ток, проходящий через человека в землю в электроустановках сверхвысокого напряжения.

2. Порядок выдачи и оформления наряда.

**Билет № 36**

1. Потенциальная характеристика вдоль отключенного провода.

2. Допустимые расстояния (от работающих, инструментов, ограждений) до токоведущих частей, находящихся под напряжением.

**Билет № 37**

1. Электромагнитное влияние неотключенных проводов ВЛ на отключенный провод (незаземленный и заземленный).

2. Допуск бригады к работе по наряду.

**Билет № 38**

1. Особенности работ под напряжением на ВЛ.

2. Порядок выполнения работ под напряжением.

**Билет № 39**

1. Принцип, положенный в основу метода работы под напряжением.

2. Выполнение работ по распоряжению в порядке текущей эксплуатации.

**Билет № 40**

1. Область и порядок применения правил техники безопасности (ПТБ).

2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.

**6. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ  
ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА**

Лекции	Лабораторные работы (компьютерный класс)	Самостоятельная работа	Зачет
Старший преподаватель кафедры Энергетики Тоушкин Алексей Геннадьевич	Старший преподаватель кафедры Энергетики Тоушкин Алексей Геннадьевич	Старший преподаватель кафедры Энергетики Тоушкин Алексей Геннадьевич	Старший преподаватель кафедры Энергетики Тоушкин Алексей Геннадьевич

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном учебно-методическом комплексе отражены полные вопросы: показана рабочая программа дисциплины; подробно описан график самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине на каждый семестр с указанием ее содержания, объема в часах, сроков и форм контроля; расписаны методические указания по проведению самостоятельной работы студентов; предложен краткий конспект лекций по данному курсу; методические рекомендации по выполнению домашних занятий; показан перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности студентов; комплекты заданий для домашних заданий; фонд тестовых заданий для оценки качества знаний по дисциплине; контрольные вопросы к зачету; карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.