



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«SAFETY IN ELECTRICAL ENGINEERING/  
БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры  
по направлению подготовки  
**13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА /  
ELECTRICAL POWER ENGINEERING AND ELECTRICAL ENGINEERING**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Морских технологий, энергетики и строительства  
Кафедра энергетики

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПК-5 Способен самостоятельно планировать, организовывать, управлять деятельностью и выполнять работы по эксплуатации и ремонту объектов профессиональной деятельности с необходимым уровнем безопасности и надежности	ПК-5.5 Контролирует выполнение требований охраны труда и качество работ по эксплуатации и ремонту объектов профессиональной деятельности	Safety basics in electrical engineering/ Основы безопасности в электротехнике	<u>Знать</u> : основные документы, устанавливающие требования к обеспечению электробезопасности. <u>Уметь</u> : - оценивать состояние техники безопасности на производственном объекте; - соблюдать требования охраны труда при проведении работ <u>Владеть</u> : навыками обеспечения электробезопасности
	ПК-5.4 Осуществляет оперативное руководство и управление работой объектов профессиональной деятельности, обеспечивает их бесперебойную работу	Prevention of Power Devices/ Защита силовых установок	<u>Знать</u> : критерии оценки опасности электрооборудования; способы и средства обеспечения безопасности электрооборудования. <u>Уметь</u> : проводить оценку опасности электротехнической части проектов; составлять заключения по проектам; анализировать схемы защиты электрооборудования. <u>Владеть</u> : навыками защиты электроустановок, молниезащиты и защиты от статического электричества.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания по дисциплинам;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам (для студентов очной формы обучения);
- задания для практических занятий.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по модулю, проводимой в форме экзамена, относятся:

- вопросы к экзамену по модулю.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Тестовые задания используются для оценки освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после изучения на лекциях соответствующих разделов. В приложении № 1 приведены типовые тестовые задания. По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по пятибалльной шкале. Критерии оценивания представлены в табл. 2.

3.2 В приложении № 2 приведены типовые задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ по дисциплине «Prevention of Power Devices/ Защита силовых установок». Целью лабораторного практикума является закрепление знаний и умений, полученных на лекционных и практических занятиях. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы. Студент должен продемонстрировать знания, умения и навыки в предметной области дисциплины, в области техники проведения экспериментов и обработки результатов исследований. Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются по системе «зачтено / не зачтено». Критерии оценивания представлены в табл. 2.

3.3 В приложении № 3 приведены типовые задания для практических занятий по дисциплинам модуля. Результаты выполнения практических заданий оцениваются по системе «зачтено / не зачтено». Критерии оценивания представлены в табл. 2.

## 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по модулю проводится в форме экзамена. Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса. Перечень типовых вопросов к экзамену приведен в приложении № 4. Оценка за экзамен выставляется по пятибалльной шкале. Критерии оценивания представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать и систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
			релевантные задаче данные	релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по модулю «Safety in electrical engineering/  
Безопасность в электротехнике» представляет собой компонент основной профессиональной  
образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.02  
Электроэнергетика и электротехника/ Electrical power engineering and electrical engineering.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики  
(протокол № 4 от 29.03.2022 г.)

Заведующий кафедрой



---

В.Ф. Белей

Приложение № 1

**ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНАМ МОДУЛЯ**

**Safety basics in electrical engineering / Основы безопасности в электротехнике**

**Вариант № 1**

<i>1. Фактор, от которого НЕ зависит действие электрического тока на организм человека:</i>	
1. Величина тока	2. Величина напряжения
3. Сопротивление тела человека	4. Сопротивление фазного провода
<i>2. К типам заземляющих устройств относится:</i>	
1. Дистанционный	2. Защитный
3. Контурный	4. Рабочий
<i>3. Присоединение заземляющих проводников должно быть произведено:</i>	
1. Сваркой или болтовым соединением	2. При помощи специального клея
3. Непосредственным контактом	4. Скруткой
<i>4. Виды поражения электрическим током организма человека:</i>	
1. Тепловые	2. Радиоактивные
3. Механические	4. Звуковые
<i>5. По правилам устройства электроустановок под понятием «Прямое прикосновение» понимается:</i>	
1. Электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции	2. Электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением
3. Опасное для жизни прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением	4. Электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями.
<i>6. Величина электрического тока, которая считается смертельной:</i>	
1. 0,005 А	2. 0,1 А
3. 0,025 А	4. 0,01 А
<i>7. Тепловое поражение электрическим током приводит к:</i>	
1. Заболеванию глаз	2. Параличу нервной системы
3. Ожоги тела	4. Потеря слуха
<i>8. Переменное напряжение, которое является относительно безопасным:</i>	
1. 55 В	2. 220 В
3. 12 В	4. 100 В

<i>9. Защитным заземлением называется:</i>	
1. Преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством	2. Заземление, выполняемое в целях электробезопасности
3. Заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности)	4. Электрический контакт фазы электросети с землей

<i>10. Условия, которые способствуют повышению опасности поражения электрическим током:</i>	
1. Влага на оборудовании и одежде электросварщика	2. Использование при работе резиновых ковриков, калош
3. Работа на заземленном сварочном аппарате	4. Напряжение электроустановки ниже 50 В

### Вариант № 2

<i>1. Глубина, на которую должна быть вкопана железобетонная свая в качестве искусственного заземлителя:</i>	
1. Больше 2-х метров	2. Больше 3-х метров
3. Больше 5 метров	4. Более 1 метра

<i>2. НЕ подлежит заземлению:</i>	
1. Арматура изоляторов	2. Металлические корпуса электроустановок
3. Каркасы распределительных щитов	4. Экраны кабелей

<i>3. Принцип действия защитного заземления заключается в:</i>	
1. Отключении электроустановки в случае короткого замыкания	2. Снижении напряжения прикосновения
3. Снижении напряжения между корпусом и землей	4. Компенсации тока замыкания

<i>4. Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от воздействия:</i>	
1. Электрического тока	2. Электрической дуги
3. Электрической дуги, электрического тока, электромагнитного поля и статического электричества	4. Электростатического разряда

<i>5. Отличительная особенность электрического тока по сравнению с другими производственными вредностями:</i>	
1. Невозможность почувствовать напряжение на расстоянии	2. Высокая скорость прохождения заряда
3. Мгновенность действия	4. Тепловое воздействие



<i>6. К местным электротравмам НЕ относится:</i>	
1. Электрический след	2. Электрический ожог
3. Электрический удар	4. Металлизация кожи

<i>7. К подразделениям электротехнического персонала НЕ относится:</i>	
1. Ремонтный	2. Оперативно-технический
3. Стационарный	4. Административно-технический

<i>8. Допускать к самостоятельной работе и присваивать III группу по электробезопасности студентам и практикантам, НЕ достигшим 18-ти лет:</i>	
1. Запрещается	2. Разрешается
3. По усмотрению мастера	4. Разрешается при наличии высшего образования

<i>9. Сроки, в которые должна производиться периодическая проверка знаний у электротехнического персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки:</i>	
1. Один раз в 3 года	2. Один раз в год
3. Один раз в 2 года	4. Один раз в 4 года

<i>10. Защитное заземление:</i>	
1. Электрическое соединение нетоковедущих частей оборудования с заземленной нейтралью вторичной обмотки трехфазного понижающего трансформатора или генератора	2. Случайное электрическое соединение токоведущей части с нетоковедущими металлическими частями электроустановки
3. Преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентами металлических нетоковедущих частей электроустановок	4. Электрический контакт между фазой и землей

### Вариант № 3

<i>1. Защитное зануление:</i>	
1. Электрическое соединение нетоковедущих частей оборудования с заземленной нейтралью вторичной обмотки трехфазного понижающего трансформатора или генератора.	2. Случайное электрическое соединение токоведущей части с нетоковедущими металлическими частями электроустановки
3. Преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентами металлических нетоковедущих частей электроустановок	4. Электрический контакт между фазным и нулевым проводниками

<i>2. Сроки, в которые проводится проверка заземляющего устройства:</i>
---

1. Один раз в 12 лет	2. Один раз в 10 лет
3. Один раз в 5 лет	4. Один раз в год

<i>3. Количество групп электрозащитных средств</i>	
1. 2	2. 3
3. 4	4. 5

<i>4. Минимальный размер диэлектрических ковров:</i>	
1. 75 x 75	2. 100 x 100
3. 100 x 50	4. 200 x 200

<i>5. К предохранительным приспособлениям относится:</i>	
1. Плоскогубцы	2. Монтерские когти
3. Индикатор напряжения	4. Диэлектрические штанги

<i>6. Группа электробезопасности, которая должна быть у старшего по смене или единолично управляющего монтера на электроустановке с напряжением выше 1000 В:</i>	
1. II	2. III
3. IV	4. V

<i>7. Количество категорий, на которые разделяется работа на действующих электроустановках:</i>	
1. 2	2. 3
3. 4	4. 5

<i>8. Прибор для проверки сопротивления изоляции:</i>	
1. Амперметр	2. Резистор
3. Мегомметр	4. Конденсатор

<i>9. Количество классов выпуска ручного электроинструмента:</i>	
1. 2	2. 3
3. 4	4. 5

<i>10. Наиболее надежная зона защиты молниеотвода:</i>	
1. Типа А	2. Типа Б
3. Зоны защиты А и Б равнозначны	4. Типа В

**Prevention of Power Devices/ Защита силовых установок  
Вариант №1**

<i>1. Назначение релейной защиты и автоматики - это:</i>
--

1. Включение резервного оборудования при отказе рабочего	2. Снижение потерь мощности и энергии в электрической сети
3. Повышение качества электроэнергии в электрической сети	4. Повышение надежности электроснабжения потребителей

*2. Под устройством релейной защиты подразумевается:*

1. Совокупность устройств, действующих при возникновении аварии или перегрузки оборудования на его отключение или на сигнал	2. Совокупность устройств, осуществляющих регулирование напряжения в электрической сети
3. Совокупность устройств, обеспечивающих устойчивость электроэнергетических систем	4. Совокупность устройств, действующих измерения режимных параметров оборудования электрических сетей

*3. Однофазные КЗ происходят в сетях:*

1. С изолированной нейтралью	2. С нейтралью, заземленной через катушку индуктивности
3. С эффективно заземленной нейтралью	4. В сетях 6-35 кВ

*4. Ввод дискретных сигналов в цифровые устройства защиты осуществляется с помощью:*

1. Делителей напряжения	2. Преобразователей на основе оптронов
3. Промежуточных трансформаторов	4. Промежуточных контактов

*5. Собственное время срабатывания цифровых реле:*

1. Стремится к нулю	2. Такое же, как у их электромеханических аналогов
3. Меньше, чем у их электромеханических аналогов	4. Больше, чем у их электромеханических аналогов

*6. Надёжность цифровых устройств релейной защиты:*

1. Такая же, как у их электромеханических аналогов	2. Выше, чем у их электромеханических аналогов
3. Ниже, чем у их электромеханических аналогов	4. Намного выше, чем у их электромеханических аналогов

*7. Цифровые устройства обеспечивают:*

1. Более высокий коэффициент возврата измерительных органов, чем их электромеханические аналоги	2. Такой же коэффициент возврата измерительных органов, как у их электромеханических аналогов
3. Меньший коэффициент возврата измерительных органов, чем у их электромеханических аналогов	4. Единичный коэффициент возврата измерительных органов

<i>8. Погрешность измерения тока в цифровых реле при насыщении трансформатора тока:</i>	
1. Не зависит от насыщения трансформаторов тока	2. Такая же, как у их электромеханических аналогов
3. Существенно меньше, чем у их электромеханических аналогов	4. Существенно выше, чем у их электромеханических аналогов

<i>9. Реализовать самоконтроль и диагностику цифровых устройств релейной защиты:</i>	
1. Значительно проще, чем у их электромеханических аналогов	2. Значительно труднее, чем у их электромеханических аналогов
3. Цифровые устройства релейной защиты абсолютно надёжны и не нуждаются в самоконтроле и диагностике	4. Сложность реализации самоконтроля и диагностики примерно такая же, как у их электромеханических аналогов

<i>10. Помехозащищённость цифровых защит:</i>	
1. Не зависит от внешних факторов	2. Ниже, чем у их электромеханических аналогов
3. Обеспечивается только при комплексном решении ряда вопросов	4. Обеспечивается за счёт применения специализированных микропроцессоров и АЦП

### Вариант № 2

<i>1. Релейная характеристика имеет вид:</i>	
1. Скачкообразный	2. Плавной кривой
3. Синусоидальной кривой	4. Пилообразной кривой

<i>2. В сети с изолированной нейтралью устанавливаются:</i>	
1. Только защиты от междуфазных КЗ	2. Только защиты от однофазных КЗ
3. Защиты от междуфазных и однофазных КЗ	4. Защиты от междуфазных КЗ и однофазных простых замыканий на землю

<i>3. В распределительной сети КЗ:</i>	
1. Грозит нарушением устойчивости	2. Сопровождается протеканием малых токов КЗ
3. Не грозит нарушением устойчивости и сопровождается протеканием больших токов КЗ	4. Сопровождается повышением напряжения в точке КЗ

<i>4. Основной вид защиты в распределительной сети 10кВ:</i>	
1. Дистанционная	2. Дифференциальная
3. Дифференциально-фазная	4. Максимально токовая

<i>5. Токовая отсечка линии без выдержки времени:</i>	
1. Защищает всю линию	2. Защищает всю линию и следующую
3. Защищает только часть линии	4. Защищает ровно 5% длины линии

<i>6. Максимальная токовая защита линии:</i>	
1. Обладает свойством абсолютной селективности	2. Работает всегда неселективно
3. Обладает свойством относительной селективности	4. Работает всегда селективно

<i>7. Максимальная токовая защита и токовая отсечка:</i>	
1. Имеют одинаковый принцип действия	2. Имеют одинаковые зоны действия
3. Имеют одинаковые выдержки времени	4. Обладают свойством абсолютной селективности

<i>8. Ток срабатывания максимотной токовой защиты отстраивается:</i>	
1. От минимального рабочего тока	2. От максимального рабочего тока
3. От тока КЗ	4. От тока небаланса

<i>9. Ток срабатывания токовой отсечки линии отстраивается:</i>	
1. От максимального рабочего тока	2. От тока КЗ в месте установки защиты
3. От минимального тока КЗ в конце защищаемой линии	4. От максимального тока КЗ в конце защищаемой линии

<i>10. Кратность тока КЗ это:</i>	
1. То же, что и чувствительность защиты	2. Отношение тока КЗ к току срабатывания реле
3. Отношение тока КЗ к току срабатывания защиты	4. Отношение тока КЗ к максимальному рабочему току защищаемой линии

### Вариант № 3

<i>1. Токовая направленная защита выполняется, как правило:</i>	
1. Одноступенчатой с относительной селективностью	2. Двухступенчатой с относительной селективностью
3. Трехступенчатой с относительной селективностью	4. Трехступенчатой с абсолютной селективностью

<i>2. Ток срабатывания направленной защиты отстраивается:</i>	
1. От тока КЗ в начале следующей линии	2. От тока КЗ в конце защищаемой линии
3. От тока небаланса	4. От максимального рабочего тока

<i>3. Токовая защита от замыканий на землю является:</i>	
1. Простой максимальной токовой защитой	2. Фильтровой с фильтром тока обратной последовательности
3. Фильтровой с фильтром тока прямой последовательности	4. Фильтровой с фильтром тока нулевой последовательности

<i>4. В сетях 6-35 кВ ток замыкания фазы на землю является:</i>	
1. Емкостным током	2. Индуктивным током
3. Активным током	4. Активно-индуктивным током

<i>5. При КЗ на землю чувствительность защиты можно повысить за счет:</i>	
1. Фильтра токов обратной последовательности	2. Фильтра токов прямой последовательности
3. Фильтра токов нулевой последовательности	4. Отстройки от тока небаланса

<i>6. Объект релейной защиты (РЗ):</i>	
1. Зависит от вида РЗ	2. Определяет виды РЗ всегда
3. Не связан с видом РЗ	4. Определяет виды РЗ в некоторых случаях

<i>7. Дистанционная защита линии содержит дистанционный орган:</i>	
1. Тока	2. Напряжения
3. Мощности	4. Сопротивления

<i>8. Первая зона дистанционной защиты располагается:</i>	
1. От места установки защиты до шин противоположной подстанции	2. От места установки защиты до точки установки следующей защиты
3. От места установки защиты до 85% длины защищаемой линии	4. От середины защищаемой линии до ее конца

<i>9. Продольная дифференциальная защита линии обладает свойством:</i>	
1. Абсолютной селективности	2. Относительной селективности
3. Условной селективности	4. Случайной селективности

<i>10. Можно считать, что дифференциальная защита - это:</i>	
1. МТЗ с органом торможения	2. Дистанционная защита с торможением
3. Высокочастотная МТЗ	4. Вариант дистанционной защиты

Приложение № 2

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

*Лабораторная работа № 1. Определение влияния режима электрической сети и её нейтрали на условия электробезопасности*

Цель работы: Оценить опасность поражения электрическим током в зависимости от:

- 1) напряжения и схемы питания электроустановок;
- 2) режима нейтрали;
- 3) сопротивления элементов электрической сети;
- 4) условий включения человека в цепь.

Контрольные вопросы:

1. При каких диапазонах напряжений применяется сеть с изолированной нейтралью? Обоснуйте свой ответ.
2. При каких диапазонах напряжений применяется сеть с заземленной нейтралью? Обоснуйте свой ответ.
3. От каких факторов зависит опасность поражения при прикосновении человека к сети трехфазного тока?
4. Как определить величину тока через тело человека при замыкании одной фазы на «землю»?

*Лабораторная работа № 2. Определение зависимостей, характеризующих явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель*

Цель работы: Изучить зависимости, характеризующие явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель.

Контрольные вопросы:

1. Режимы работы нейтралей.
2. Прикосновения человека к сети с изолированной нейтралью.
3. Прикосновения человека к сети с глухозаземленной нейтралью.
4. Как влияет величина сопротивления изоляции и емкости фаз на зависимость тока через тело человека при различных типах нейтрали?
5. Изменение зависимости тока через тело человека и зависимости напряжения прикосновения при различных типах нейтрали.

*Лабораторная работа № 3. Натурное моделирование зануления электрооборудования*

Цель работы: Изучить на лабораторном стенде принцип работы защитного зануления, назначение элементов зануления (зануления нейтрали источника питания, соединения корпуса электроустановки с нулевым проводником, повторного заземления нулевого проводника).

Контрольные вопросы:

1. Что такое зануление?
2. Принцип действия зануления.
3. Для чего необходимо повторное заземление нулевого проводника? Обоснуйте свой ответ с помощью необходимых схем.
4. Области применения зануления.

*Лабораторная работа № 4. Контроль изоляции в электрической сети с изолированной нейтралью*

Цель работы: Научиться контролировать неисправность изоляции в электрической сети с изолированной нейтралью.

Контрольные вопросы:

1. Виды изоляции.
2. Что должно быть использовано для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме при прямом прикосновении?
3. Что должно быть использовано для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции при косвенном прикосновении?
4. Что следует понимать под прямым и косвенном прикосновении в электроустановках?

*Лабораторная работа № 5. Моделирование действия защитного заземления/самозаземления электрооборудования*

Цель работы: Смоделировать и исследовать действие защитного заземления и самозаземления электрооборудования.

Контрольные вопросы:

1. Какие естественные заземлители применяются в электроустановках при монтаже рабочего заземления?
2. Что относится к искусственным заземлителям?
3. С помощью чего устраняется опасность поражения током при пробое изоляции?



4. Для чего необходимо выравнивание потенциалов?

*Лабораторная работа № 6. Натурное моделирование защитного отключения электрической сети*

Цель работы: 1. Получить общее представление о защитном отключении;

2. Изучение защитного отключения электрической сети с различным режимом нейтрали.

Контрольные вопросы:

1. Принцип работы устройства защитного отключения.

2. При каких системах заземления применяется и не применяется УЗО? Обоснуйте свой ответ.

3. В каких электроустановках до 1 кВ применяют УЗО?

4. Для защиты от каких аварий применяется защитное отключение?

Приложение № 3

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Задания для практических занятий предусмотрены для закрепления теоретического материала, изученного на лекционных занятиях. Задания предполагают проведение расчетов и построение моделей. Содержание заданий приведено ниже, данные для расчетов выдаются преподавателем индивидуально.

**Safety basics in electrical engineering / Основы безопасности в электротехнике**

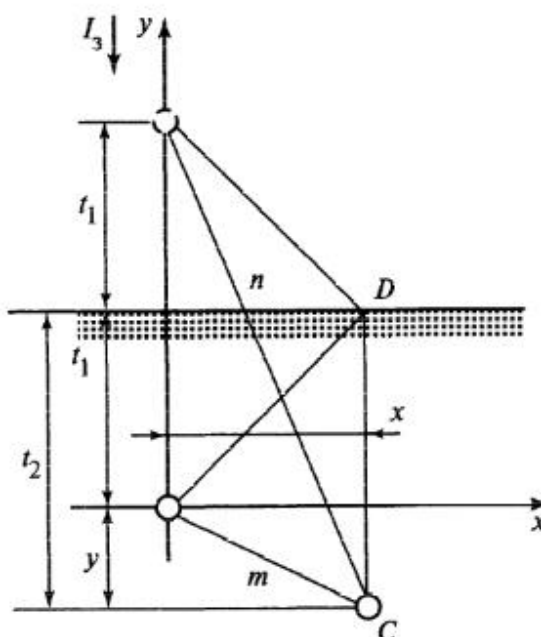
**Тема 1. Одиночные заземлители**

*Цель занятия:* Изучение электростатических полей одиночных заземлителей.

*Типовые задания.*

Задача 1.1. Ток  $I_3 = 100$  А стекает в землю через металлический предмет неправильной формы, который может быть условно уподоблен шару радиусом  $r = 0,5$  м. Предмет погружен в землю на глубину 3 м; ток к нему подается по изолированному проводу. Удельное сопротивление земли  $100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

Требуется определить потенциал на металлическом трубопроводе, проложенном в земле на глубине  $Z_2 = 4$  м и на расстоянии по горизонтали от центра шара  $x = 3$  м.



Задача 1.2. С металлического шара радиусом  $r = 0,5$  м, погруженного в землю на глубину 3 м, стекает ток 80 А, который подается к шару по изолированному проводу.

Требуется определить потенциал на поверхности земли в точке D на расстоянии  $x = 3$  м от вертикали, проходящей через центр шара, и потенциал заземлителя (шара). Удельное сопротивление земли  $90 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

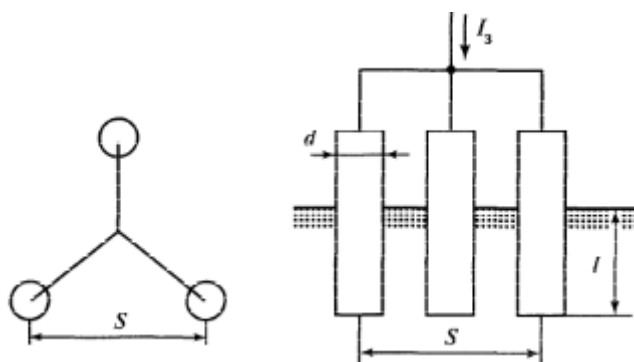
## Тема 2. Групповые заземлители

*Цель занятия:* Изучение электростатических полей групповых заземлителей.

*Типовые задания.*

Задача 2.1. Ток 60 А стекает в землю через групповой заземлитель, состоящий из трех соединенных между собой одинаковых стержневых электродов диаметром  $d = 0,05$  м. Стержни забиты в землю на глубину 2 м и размещены в вершинах равностороннего треугольника, земля однородная, ее удельное сопротивление  $100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

Требуется определить потенциал группового заземлителя и коэффициент использования его проводимости для двух случаев: при расстоянии между центрами электродов 2 м и 10 м.



Задача 2.2. Два одинаковых стержневых заземлителя (электрода) круглого сечения забиты в землю вертикально на всю их длину. Расстояние между их центрами  $S = 5$  м. Электроды соединены между собой проводником, с каждого из них в землю стекает ток 5 А.

Длины электродов  $Z = 5$  м; диаметры электродов  $d = 0,05$  м; земля однородная, ее удельное сопротивление  $100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ; длина шага человека  $a = 0,8$  м.

Требуется определить потенциалы электродов, их сопротивления стеканию тока, а также максимальные значения напряжений прикосновения и шага для человека, находящегося между электродами на прямой, соединяющей их центры.

### Тема 3. Анализ опасности поражения электрическим током

*Цель занятия:* Изучение методики оценки опасности поражения электрическим током.

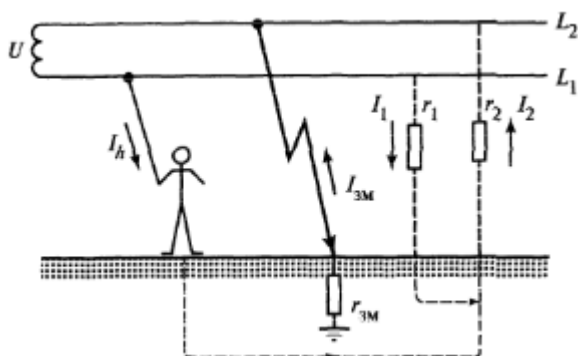
#### *Типовые задания*

Задача 3.1. Человек, стоя на земле (на токопроводящем основании), прикоснулся к одному из проводов однофазной двухпроводной сети, изолированной от земли, в период замыкания провода на землю.

Напряжение сети (между проводами)  $U = 660$  В; сопротивление изоляции проводов относительно земли (до замыкания провода на землю)  $30$  кОм; сопротивление замыкания провода на землю  $60$  Ом; сопротивление тела человека  $R_{\text{ч}} = 1000$  Ом.

Требуется определить ток, прошедший через тело человека, в двух случаях:

- 1) человек касается провода при отсутствии замыкания на землю;
- 2) человек касается провода с неповрежденной изоляцией при замыкании на землю.

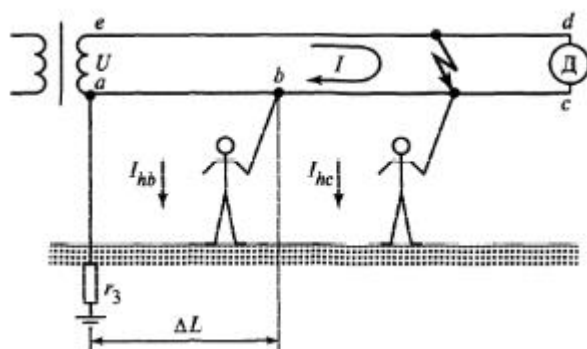


Задача 3.2. Человек прикоснулся к заземленному проводу однофазной двухпроводной сети в точке b, а затем в точке с.

Напряжение сети (между проводами)  $U = 220$  В; сопротивление тела человека  $1000$  Ом; суммарная длина обоих проводов  $L = 100$  м; провода медные сечением  $S = 10$  мм<sup>2</sup>; удельное сопротивление меди  $0.017$  Ом·мм /м; длина участка а—b заземленного провода  $30$  м; потеря напряжения, установленная при выборе проводов сети во время проектирования (сооружения),  $5\%$ ; активная мощность, потребляемая двигателем,  $P = 18$  кВт; сопротивление заземления провода  $4$  Ом; коэффициент мощности электродвигателя, питающегося от рассматриваемой сети,  $\cos \phi = 0,8$ .

Требуется определить значение тока, прошедшего через человека, при:

- 1) нормальной работе сети;
- 2) замыкании между проводами.



#### Тема 4. Электрическое поле промышленной частоты

*Цель занятия:* Изучение методики оценки опасности электрического поля промышленной частоты.

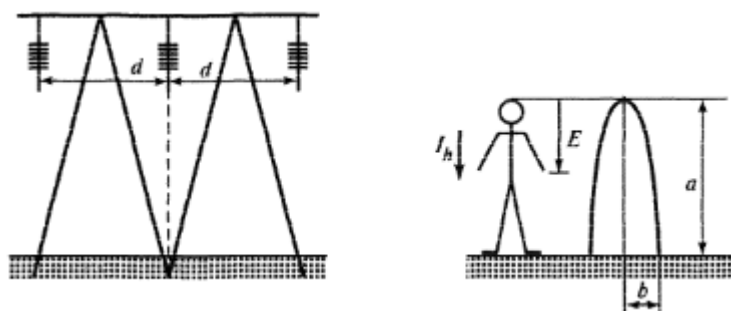
##### *Типовые задания*

Задача 4.1. Человек, находящийся вблизи действующей электроустановки, оказывается в области создаваемого ею электрического поля, которое при определенной интенсивности вредно для здоровья людей. Вместе с тем, электрическое поле обуславливает возникновение электрического тока, стекающего в землю через тело человека и также являющегося отрицательным фактором.

Вредное воздействие на здоровье людей ограничивается предельно допустимыми уровнями напряженности электрического поля. В то же время, для оценки степени влияния электрического поля следует проводить расчет тока, проходящего через человека.

Рост человека (подростка)  $a = 1,2$  м; масса тела подростка 43 кг; плотность тела человека (среднее значение)  $1,05$  г/см<sup>3</sup>.

Требуется рассмотреть частный случай — определить значение тока, стекающего в землю через тело человека (подростка), находящегося вблизи воздушной линии электропередачи (ВЛ) сверхвысокого напряжения, где напряженность электрического поля на уровне роста этого человека достигает  $E=15$  кВ/м; решение надо выполнить, используя точное и приближенное значения коэффициента деполяризации эллипсоида  $N_a$  (получить два значения тока, проходящего через человека: точное и приближенное).



Задача 4.2. Известно, что вблизи электроустановок промышленной частоты (50 Гц) сверхвысокого и ультравысокого напряжения — 330 кВ и выше (воздушных линий электропередачи, подстанций, распределительных устройств и др.) возникает интенсивное электрическое поле, вредное для здоровья людей. Поэтому существующие нормы ограничивают длительность пребывания людей в электрическом поле в зависимости от его напряженности и от категории людей (персонал, обслуживающий электроустановки; сельскохозяйственный персонал; население). При необходимости нахождения людей в электрическом поле напряженностью  $E$  выше допустимого значения или большей продолжительности, чем предусмотрено нормами, требуется применение защитных средств — экранирующих костюмов, экранов и др.

Допустим, в открытом распределительном устройстве 500 кВ предстоит плановая работа на ряде участков с повышенной напряженностью  $E$  электрического поля. Работа будет проводиться без применения защитных средств — экранов, экранирующих костюмов и пр.

Продолжительность работы зависит от ее объема и составляет:

60 мин на участке 1, где  $E = 10$  кВ/м;

90 мин на участке 2, где  $E = 8$  кВ/м.

Требуется вычислить наибольшее допустимое время выполнения работ для третьего участка, где  $E = 6$  кВ/м, имея в виду, что приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту времени пребывания человека в электрическом поле, не должно превышать 8 ч в течение рабочего дня.

#### **Тема 5. Работы под напряжением**

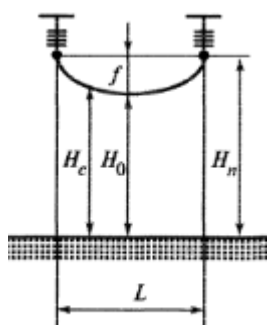
*Цель занятия:* Ознакомление с методикой оценки опасности при работе под напряжением.

*Типовые задания*

Задача 5.1. При подготовке к пофазному ремонту воздушной трехфазной линии электропередачи 35 кВ был отключен один из проводов (фаза) ВЛ, который подлежал ремонту. На этом проводе наводился электростатический потенциал  $\varphi_{рз}$  от влияния двух оставшихся под напряжением проводов.

Опоры линии — П-образные с горизонтальным расположением проводов, без грозозащитных тросов; расстояние между соседними проводами на опоре  $d = 3$  м; высота крепления проводов к гирлянде изоляторов  $H_{п} = 12,09$  м; габарит линии (наименьшее расстояние по вертикали от провода до земли)  $= 7$  м; взаимная емкость между проводами  $C_{ab} = 1,9 \cdot 10^{-9}$  Ф/км; марка провода АС-150; расчетный радиус провода  $0,85$  см; сопротивление тела человека  $R_{ч} = 1000$  Ом.

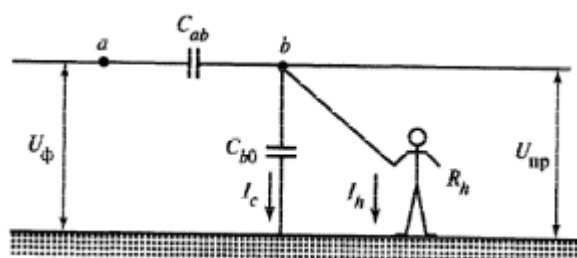
Требуется определить значения потенциала, напряжение прикосновения и ток, проходящий через тело человека при прикосновении его к отключенному проводу. Задачу следует решить в двух вариантах: 1) при длине отключенного провода  $L_1 = 50$  км и 2)  $L_2 = 0,24$  км (один пролет линии).



Задача 5.2. Отключенный от источников питания и незаземленный один из проводов трехфазной воздушной линии электропередачи (ВЛ) напряжением 110 кВ находится под электростатическим потенциалом 8,1 кВ, наведенным оставшимися в работе проводами.

Взаимная емкость проводов  $1,2 \cdot 10^{-9}$  Ф/км; сопротивление тела человека  $R_{ч} = 1000$  Ом.

Требуется оценить опасность прикосновения человека к этому проводу по значениям напряжения прикосновения и тока, проходящего через него. Задачу решить для двух случаев: при длине отключенного провода  $L_1 = 100$  км и  $L_2 = 1$  км. Вычисление выполнить с учетом емкости провода относительно земли  $C_{б0}$ .



### Тема 6. Несчастные случаи без летального исхода

*Цель занятия:* Ознакомление с методикой оценки получения электротравм без летального исхода.

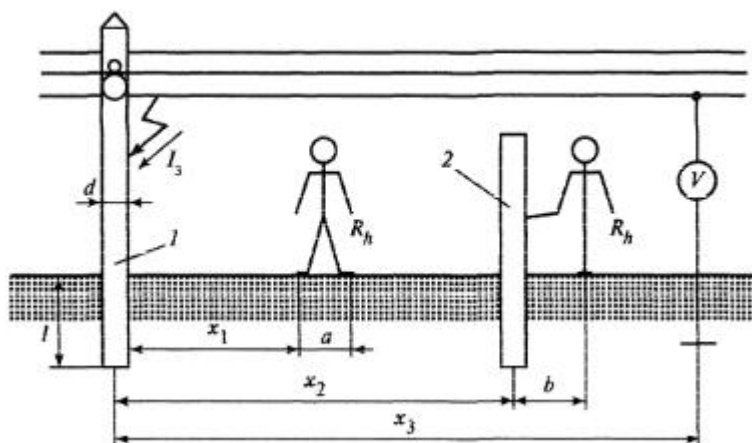
#### *Типовые задания*

Задача 6.1. На воздушной линии электропередачи (ВЛ) с металлическими опорами круглого сечения произошло замыкание фазного привода на тело опоры. При этом воздействию тока подверглись два человека: первый, идущий к опоре, на которую произошло замыкание, и находившийся на расстоянии  $x_1$  от нее, и второй — касавшийся металлической стойки забора, закрепленной в земле и отстоящей от центра опоры ВЛ на расстоянии  $x_2$ .

Ток, стекающий с опоры в землю 50 А; заглубление опоры в землю 2 м; диаметр опоры  $d = 0,2$  м; удельное сопротивление земли  $\rho = 100$  Ом·м; сопротивление тела человека = 1000 Ом; длина шага  $a = 0,8$  м; расстояния:  $x_1 = 2$  м;  $x_2 = 4$  м,  $b = 1,0$  м,  $x_3 = 45$  м.

Требуется определить напряжение шага для первого человека и напряжение прикосновения для второго человека; в обоих случаях учесть сопротивления оснований, на которых находились эти люди. Необходимо также определить потенциал стойки и показание вольтметра на расстоянии  $x_3$ .



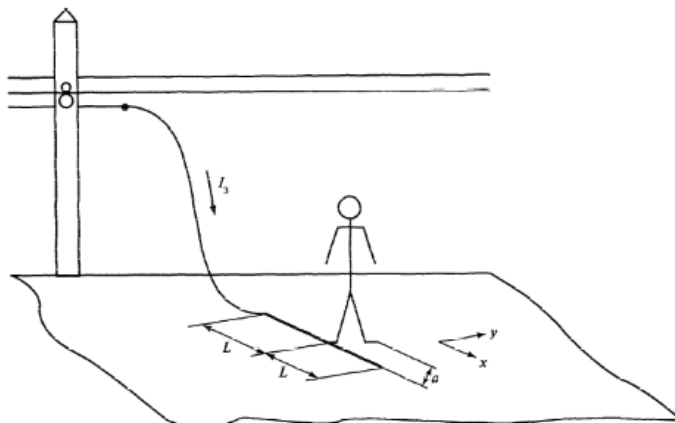


Задача 6.2. На воздушной линии электропередачи (ВЛ) напряжением 10 кВ оборвался один из проводов. Участок этого провода длиной  $2L$  лег на землю. Человек, идущий поперек оси участка провода, лежащего на земле, наступил одной ногой точно на середину этого участка провода, а другой ногой — на землю. Человек подвергся воздействию шагового напряжения и упал на землю, однако остался жив.

Дано-. длина линий электросети, в состав которых входит и поврежденный участок, составляет: воздушных —  $L_n = 105$  км, кабельных —  $L_k - 12$  км, длина участка привода, лежащего на земле  $18$  м; длина шага  $a = 0,8$  м; удельное сопротивление земли  $100$  Ом·м; диаметр провода  $d = 0,02$  м; сопротивление тела человека  $1000$  Ом.

Требуется вычислить потенциал оборванного провода и шаговое напряжение пострадавшего.

Указания-, принять, что участок провода, лежащего на земле, погружен в землю на половину его диаметра; сопротивление обуви пострадавшего и сопротивление растекания тока с его ног вследствие сырой погоды принять равными нулю.



## Тема 7. Несчастные случаи с летальным исходом

*Цель занятия:* Ознакомление с методикой оценки получения электротравм с летальным исходом.

### *Типовые задания*

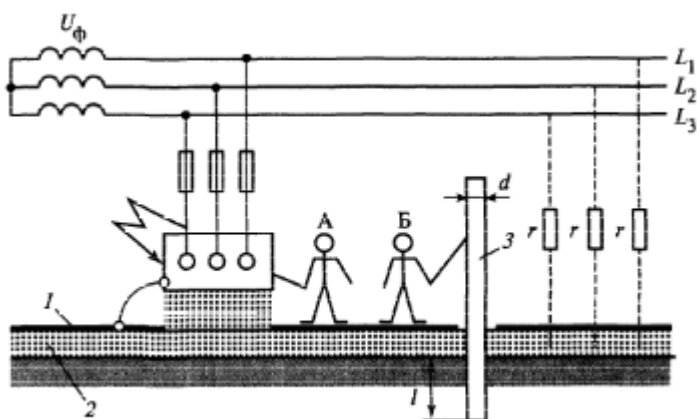
Задача 7.1. Небольшое производственное помещение имеет металлический пол — стальной лист, уложенный поверх бетонного основания. Этот лист не имеет электрической связи ни с какими металлоконструкциями и металлическими предметами за исключением корпуса электродвигателя, установленного на бетонном фундаменте; корпус соединен проводником с металлическим полом. Предполагалось, что стальной лист является заземлителем с достаточно большой проводимостью. Но, как показали измерения, это сопротивление оказалось достаточно большим из-за бетонного основания и составило несколько мегаом, т.е. при расчете может быть принято бесконечным.

Во время пребывания в помещении двух рабочих, стоявших на металлическом полу и касавшихся: рабочий А корпуса двигателя, рабочий Б — стальной трубы (см. рисунок к задаче), вертикально забитой в землю, произошло замыкание обмотки работающего двигателя на его корпус. В результате этого человек Б был смертельно поражен током.

Труба, которой касался пострадавший, проходила через круглое отверстие в стальном полу, диаметром в 2 раза большим диаметра трубы, и не касалась стального пола и других металлических элементов помещения.

Дано', сеть трехфазная трехпроводная с изолированной нейтралью напряжением  $U = 660$  В; сопротивления изоляции проводов относительно земли  $r_1 = r_2 = r = 1800$  Ом; длина забитого в землю участка трубы 2,0 м; диаметр трубы  $d = 0,05$  м; сопротивление тела человека  $R_h = 1000$  Ом; удельное сопротивление земли  $\rho = 200$  Ом·м.

Требуется определить напряжения прикосновения, воздействию которых подверглись оба рабочих.



Задача 7.2. На воздушной трехфазной линии электропередачи (ВЛ) с заземленной нейтралью произошел обрыв провода, который упал на металлический полушар, лежащий на земле.

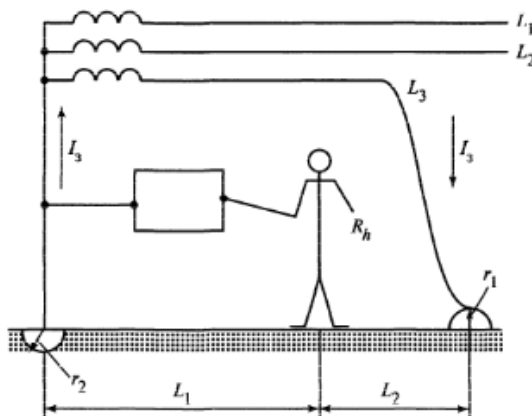
Человек, стоявший на земле и прикасавшийся в это время к заземленному корпусу потребителя электроэнергии, был смертельно поражен током.

Радиусы полушаров  $r_1 = r_2 = 0,5\text{ м}$ ; расстояния от центров полушаров до точки, на которой стоял пострадавший,  $L_1 = 2\text{ м}$ ,  $L_2 = 1\text{ м}$ ; удельное сопротивление земли  $200\text{ Ом}\cdot\text{м}$ ; сопротивление тела человека  $1000\text{ Ом}$ .

Измерениями было установлено, что ток, стекающий с оборванного провода в землю через полушар,  $63\text{ А}$ .

Требуется: вычислить напряжение прикосновения, под которым оказался пострадавший, с учетом сопротивления растекания тока в землю с ног человека (сопротивления основания).

Предмет, которого касался оборванный провод, следует уподобить полушару радиусом  $r_1$ , лежащему на земле, а заземлитель нейтрали сети принять также в виде полушару радиусом  $r_2$ .



## Тема 8. Защитное заземление

*Цель занятия:* Ознакомление с методикой расчетов защитных устройств.

*Типовые задания*

Задача 8.1. На выделенном участке земли во второй климатической зоне местности намечено сооружение группового заземлителя с использованием вертикальных стержневых и соединяющих их горизонтальных полосовых электродов. При этом верхние концы вертикальных электродов и горизонтальные электроды погружены в землю на глубину - 0.8 м.

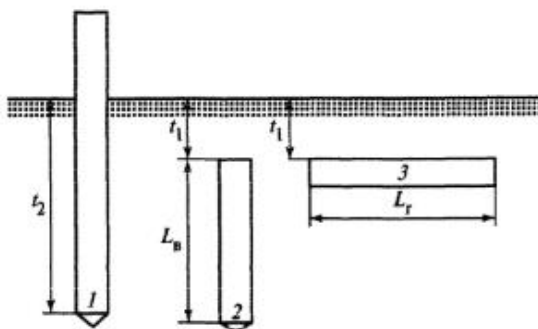
Длина и диаметр вертикального электрода  $L^* = 4,2$  м; его диаметр  $d = 0,05$  м; длина горизонтального электрода  $L_r = 50$  м; его сечение  $S - 4 \times 40$  мм ; сопротивления растеканию тока с зонда при погружении его на глубину 5 м в разных местах участка составили:

30 Ом; 26 Ом; 40 Ом; 22 Ом.

Требуется определить расчетные значения удельных сопротивлений однородной земли для одиночных вертикального и горизонтального заземлителей (электродов)  $\rho_{rv}$  и  $\rho_{rl}$  с учетом климатической зоны местности.

С этой целью в четырех местах участка, на котором намечено сооружение заземлителя, были проведены измерения сопротивлений растекания одиночного заземлителя методом послойного зондирования с помощью вертикального зонда (электрода). При этом глубина погружения нижнего конца зонда составляла 5 м, что соответствовало предполагаемой глубине погружения нижних концов вертикальных электродов проектируемого заземлителя.

Во время зондирования земля была малой влажности, количество осадков ниже нормы.



Задача 8.2. Для строящейся понижающей трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ городской кабельной сети решено соорудить заземлитель контурного типа. Заземлитель будет содержать 10 вертикальных электродов — отрезков угловой стали с шириной полок  $b = 50$  мм, длиной каждый  $A_b = 3$  м и горизонтальный электрод — стальную полосу сечением  $4 \times 20 = 80$  мм<sup>2</sup>, длиной 50 м, соединяющую вертикальные электроды.

На подстанции будут установлены два трехфазных трансформатора, работающих параллельно при изолированных нейтралях со стороны высшего напряжения и глухозаземленных нейтралях со стороны 400 В

Протяженность питающей кабельной сети 10 кВ 40 км, воздушная сеть отсутствует; измеренное удельное сопротивление земли, полученное замером при повышенной влажности земли, 65 Ом·м; расстояние между соседними вертикальными электродами  $a = 5$  м; глубина погружения в землю верхнего конца вертикального электрода и глубина погружения горизонтального электрода  $t = 0,8$  м.

Требуется рассчитать сопротивление заземлителя с целью проверки его соответствия требованиям ПУЭ. При этом надо иметь в виду, что заземлитель должен быть пригоден для установок как до 1000 В, так и выше 1000 В вплоть до 35 кВ, т.е. его сопротивление не должно быть выше 4 Ом в первом случае и  $125/I_3 < 10$  Ом во втором (где  $I_3$  — ток замыкания на землю, А).



## Prevention of Power Devices/ Защита силовых установок

### Практическое занятие №1.

Тема занятия: «Изучение программной среды SimInTech»

Цель занятия: изучить возможности и ознакомиться с основными библиотеками программной среды SimInTech.

Объем работ, выполняемых студентами: изучение основных способов исследования электротехнических устройств при помощи программной среды SimInTech.

Контрольные вопросы:

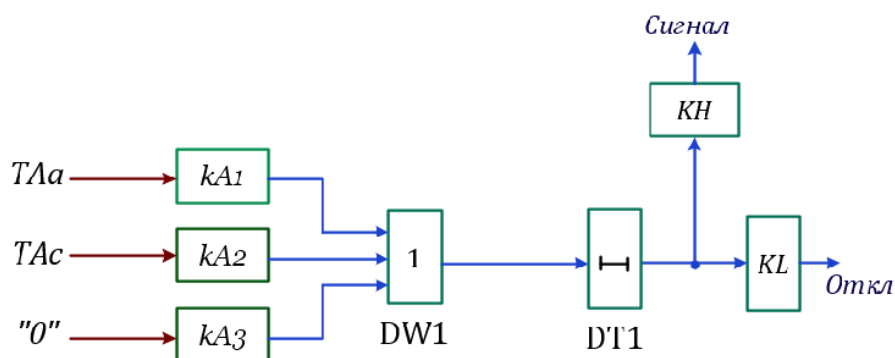
1. Особенности расчетов динамических и статических процессов в SimInTech.
2. Основные библиотеки SimInTech для исследования процессов в электротехнических системах
3. Способы вывода информации о результатах расчета в SimInTech

### Практическое занятие №2.

Тема занятия: «Исследование МТЗ»

Цель занятия: изучить схему подключения и принцип действия МТЗ.

Объем работ, выполняемых студентами: составить модель МТЗ в программной среде SimInTech и исследовать ее работу.



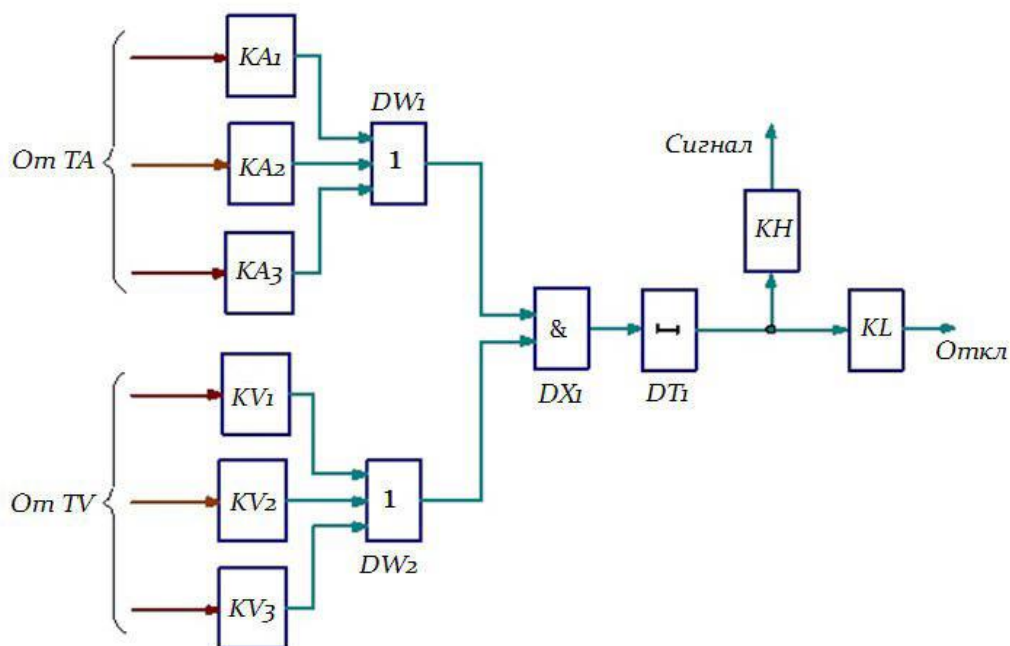
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

### Практическое занятие №3.

Тема занятия: «Исследование МТЗ с блокировкой по напряжению»

Цель занятия: изучить схему подключения и принцип действия МТЗ с блокировкой по напряжению.

Объем работ, выполняемых студентами: составить модель МТЗ с блокировкой по напряжению в программной среде SimInTech и исследовать ее работу.



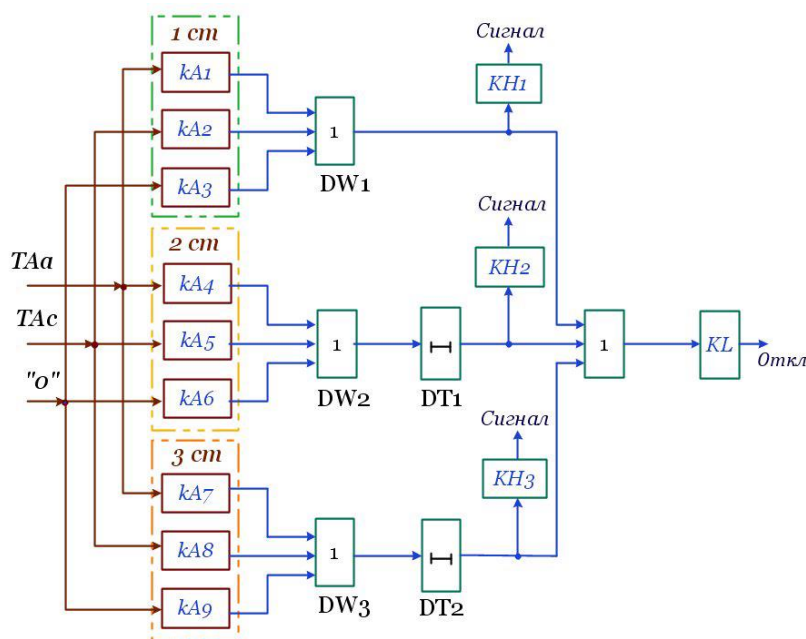
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

#### Практическое занятие №4.

Тема занятия: «Исследование ТО»

Цель занятия: изучить схему подключения и принцип действия ТО с блокировками.

Объем работ, выполняемых студентами: составить модель ТО с различными блокировками в программной среде SimInTech и исследовать ее работу.



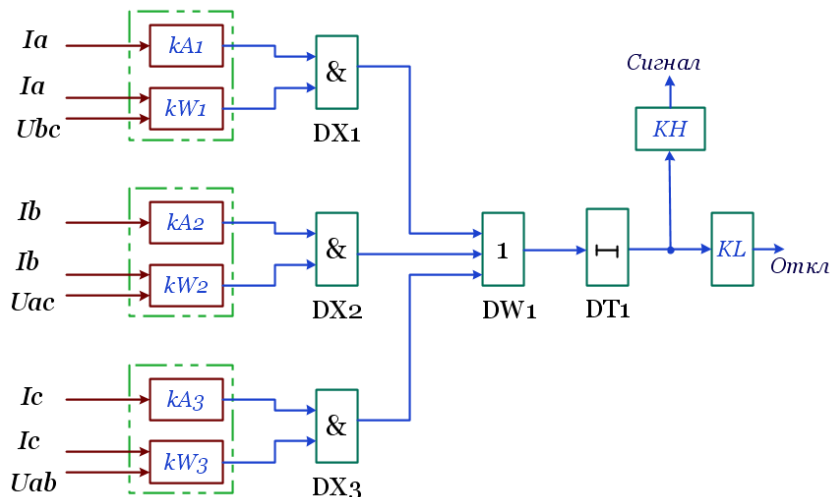
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

### Практическое занятие №5.

Тема занятия: «Исследование максимальных токовых направленных защит»

Цель занятия: изучить схему подключения и принцип действия максимальной токовой направленной защиты.

Объем работ, выполняемых студентами: составить модель максимальной токовой направленной защиты в программной среде SimInTech и исследовать ее работу.



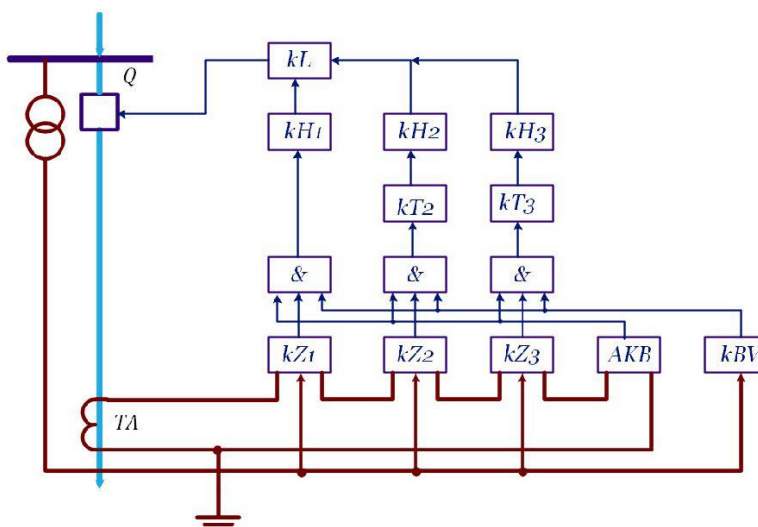
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

### Практическое занятие №6.

Тема занятия: «Исследование дистанционной защиты»

Цель занятия: изучить схему подключения и принцип действия дистанционной защиты.

Объем работ, выполняемых студентами: составить модель дистанционной защиты в программной среде SimInTech и исследовать ее работу.



Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.



Приложение № 4

**ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО МОДУЛЮ «SAFETY IN ELECTRICAL ENGINEERING / БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ»**

- 1) Перечислить виды защит для генераторов. От чего зависит их выбор?
- 2) Перечислить виды защит для трансформаторов. От чего зависит их выбор?
- 3) Для чего используется автомат гашения поля в генераторах?
- 4) Максимальная токовая защита генераторов и трансформаторов.
- 5) Дифференциальная защита генераторов и трансформаторов.
- 6) Дистанционная защита генератора.
- 7) Основные принципы защиты от межвитковых замыканий генераторов.
- 8) Газовая защита в трансформаторах
- 9) Защита от однофазных замыканий обмоток статора.
- 10) Защита ротора от замыканий на землю.
- 11) Защита от замыканий на землю при непосредственном подключении генератора к шинам.
- 12) Защита бака от утечки.
- 13) Виды защит от аномальных режимов работы генераторов.
- 14) Измерительные трансформаторы тока и напряжения
- 15) Схемы включения трансформаторов и токовых реле при реализации МТЗ
- 16) Пример выполнения максимальной токовой защиты
- 17) Расчет параметров максимальной токовой защиты
- 18) Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению
- 19) Принцип действия токовой отсечки
- 20) Токовые ступенчатые защиты
- 21) Максимальная токовая направленная защита
- 22) Варианты выполнения реле мощности
- 23) Дистанционная защита. Принцип действия
- 24) Характеристики измерительных органов дистанционной защиты
- 25) Продольная дифференциальная защита
- 26) Поперечная дифференциальная защита
- 27) Дифференциально-фазная высокочастотная защита
- 28) Шаровой заземлитель в земле на большой глубине
- 29) Шаровой заземлитель вблизи поверхности земли

- 30) Стержневой заземлитель
- 31) Определение сопротивления заземлителей растеканию тока методом электростатической аналогии
- 32) Распределение потенциала на поверхности земли при групповом заземлителе
- 33) Сопротивление группового заземлителя растеканию тока
- 34) Анализ опасности поражения током в однофазных электрических сетях
- 35) Анализ опасности поражения током в трехфазных электрических сетях
- 36) Чем обусловлена опасность для человека, находящегося рядом с высоковольтным оборудованием?
- 37) Какие факторы влияют на опасность человека, находящегося в зоне действия сильных электрических полей?
- 38) Как изменяется потенциал отключенного участка вдоль его длины при отключении одной из фаз? Как влияет длина участка на потенциал?
- 39) Напряжение прикосновения при одиночном и групповом заземлителях
- 40) Напряжение прикосновения при групповом заземлителе
- 41) Напряжение прикосновения с учетом падения напряжения в сопротивлении основания, на котором стоит человек
- 42) Напряжение шага
- 43) Напряжение шага при одиночном заземлителе
- 44) Напряжение шага при групповом заземлителе
- 45) Напряжение шага с учетом падения напряжения сопротивлении основания, на котором стоит человек
- 46) Как влияет заземление отключенной фазы на ток прикосновения к ней?
- 47) Что означает термин «сверхнизкое напряжение»? (ГОСТ 61140-2012)
- 48) основополагающее правило защиты от поражения электрическим током. (ГОСТ 61140-2012)
- 49) Меры предосторожности для основной защиты от поражения электрическим током. (ГОСТ 61140-2012)
- 50) Методы идентификации выводов оборудования и проводников (IEC 60445:2010).
- 51) Идентификация посредством цвета (IEC 60445:2010).
- 52) Идентификация посредством графических обозначений (IEC 60445:2010).