



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» | | |
| 1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов | 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 |
| 2 Работа с информацией | 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 необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи |
| 3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта | 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 Критерий | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 0-40% | 41-60% | 61-80 % | 81-100 % |
| | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| | | | релевантные задаче данные | релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи |
| 4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач | 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 у 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

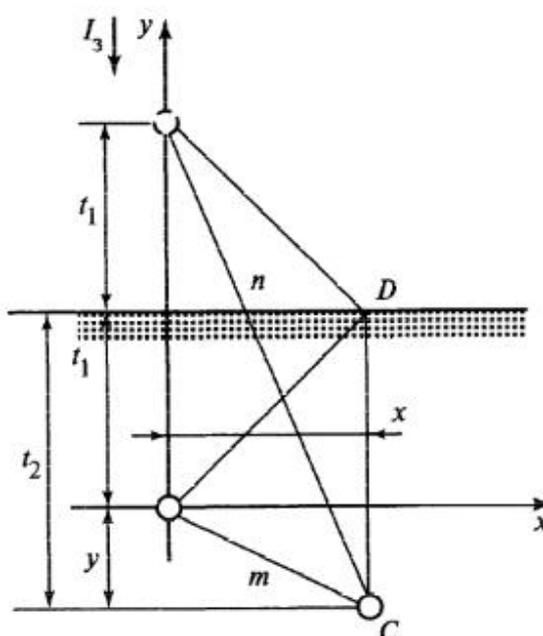
Тема 1. Одиночные заземлители

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 $90 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

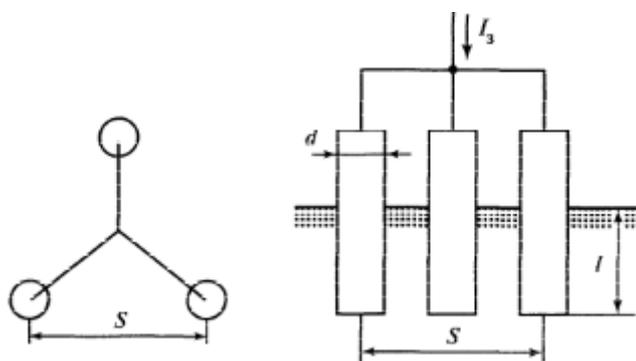
Тема 2. Групповые заземлители

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.

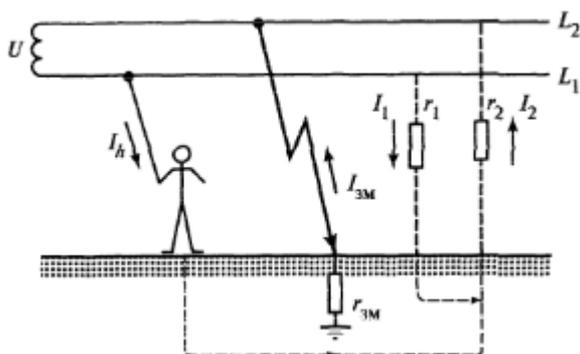
Типовые задания

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 $R_h = 1000$ 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.

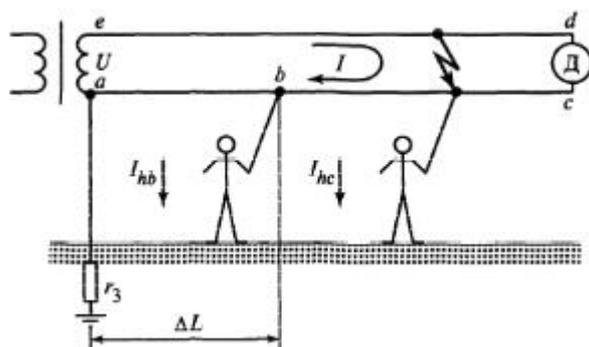


Задача 3.2. Человек прикоснулся к заземленному проводу однофазной двухпроводной сети в точке b, а затем в точке с.

Напряжение сети (между проводами) $U = 220$ В; сопротивление тела человека 1000 Ом; суммарная длина обоих проводов $L = 100$ м; провода медные сечением $S = 10$ мм²; 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.

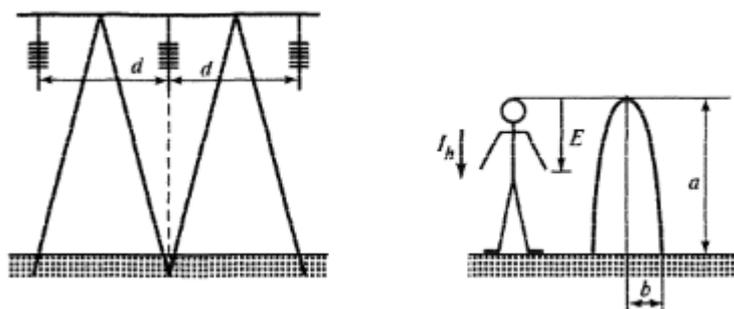
Типовые задания

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/см³.

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

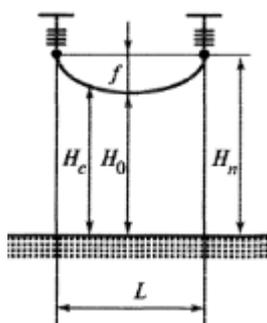
Цель занятия: Ознакомление с методикой оценки опасности при работе под напряжением.

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.

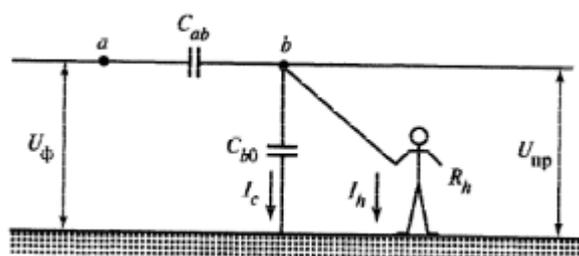
Требуется определить значения потенциала, напряжение прикосновения и ток, проходящий через тело человека при прикосновении его к отключенному проводу. Задачу следует решить в двух вариантах: 1) при длине отключенного провода $L_1 = 50$ км и 2) $L_2 = 0,24$ км (один пролет линии).



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

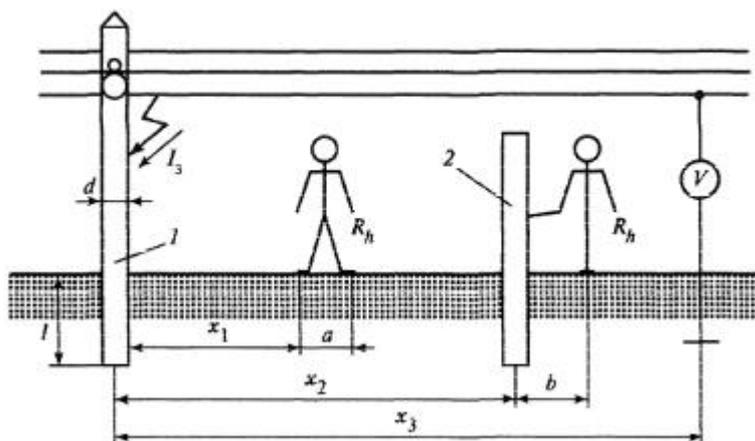
Цель занятия: Ознакомление с методикой оценки получения электротравм без летального исхода.

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 .

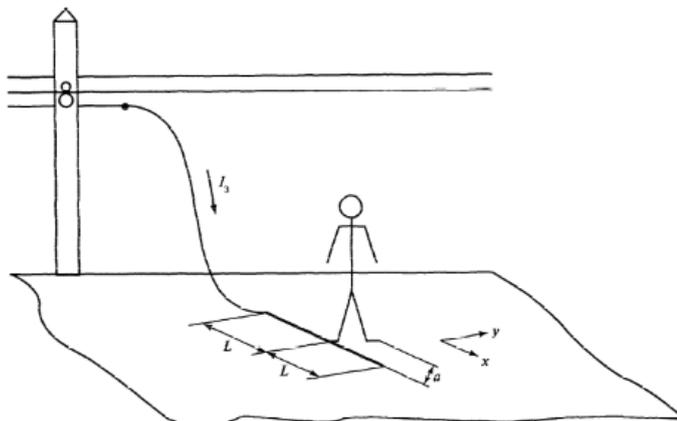


Задача 6.2. На воздушной линии электропередачи (ВЛ) напряжением 10 кВ оборвался один из проводов. Участок этого провода длиной $2L$ лег на землю. Человек, идущий поперек оси участка провода, лежащего на земле, наступил одной ногой точно на середину этого участка провода, а другой ногой — на землю. Человек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

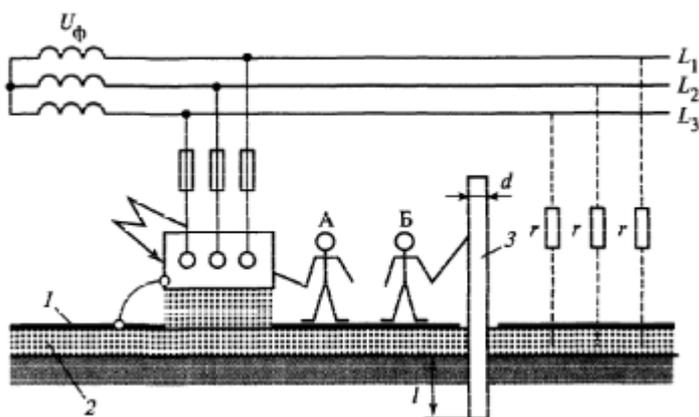
Задача 7.1. Небольшое производственное помещение имеет металлический пол — стальной лист, уложенный поверх бетонного основания. Этот лист не имеет электрической связи ни с какими металлоконструкциями и металлическими предметами за исключением корпуса электродвигателя, установленного на бетонном фундаменте; 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.

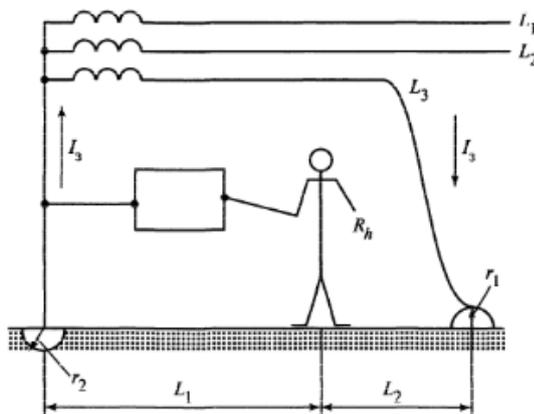
Человек, стоявший на земле и прикасавшийся в это время к заземленному корпусу потребителя электроэнергии, был смертельно поражен током.

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 Ом .

Измерениями было установлено, что ток, стекающий с оборванного провода в землю через полушар, 63 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.

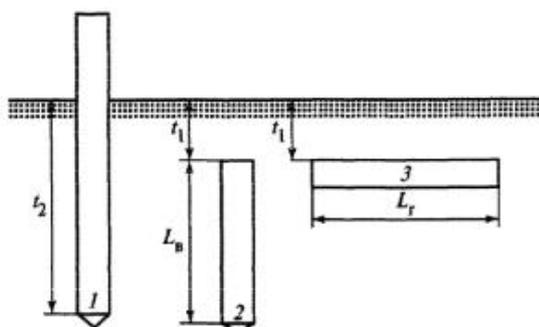
Длина и диаметр вертикального электрода $L^* = 4,2$ м; его диаметр $d = 0,05$ м; длина горизонтального электрода $L_r = 50$ м; его сечение $S - 4 \times 40$ мм ; сопротивления растеканию тока с зонда при погружении его на глубину 5 м в разных местах участка составили:

30 Ом; 26 Ом; 40 Ом; 22 Ом.

Требуется определить расчетные значения удельных сопротивлений однородной земли для одиночных вертикального и горизонтального заземлителей (электродов) ρ_{rv} и ρ_{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 послыонного 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 $4 \times 20 = 80$ мм², 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:

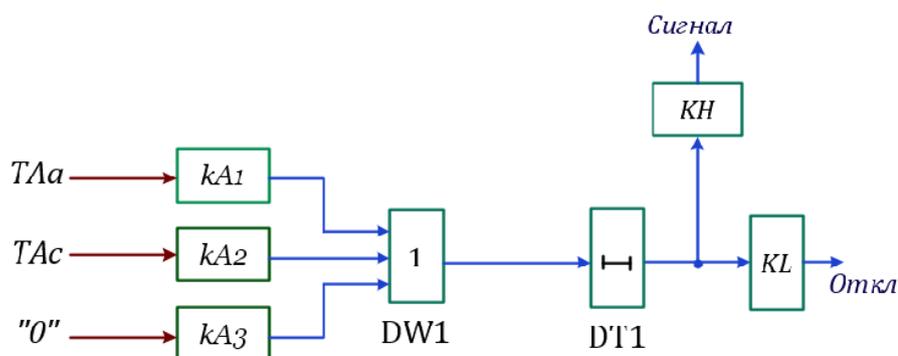
1. Особенности расчетов динамических и статических процессов в SimInTech.
2. Основные библиотеки SimInTech для исследования процессов в электротехнических системах
3. Способы вывода информации о результатах расчета в SimInTech

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.



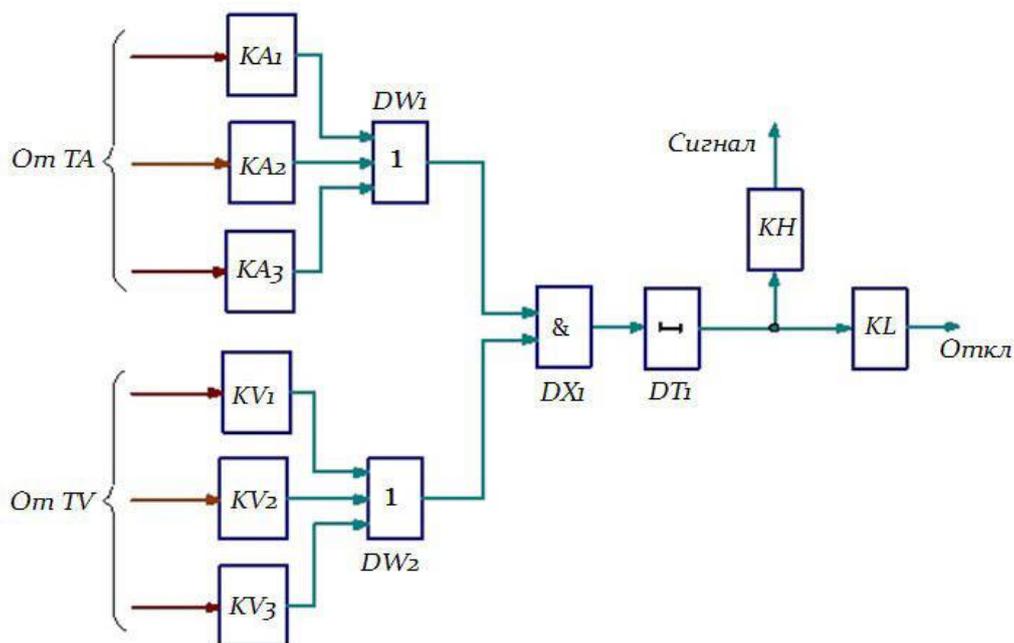
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

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.



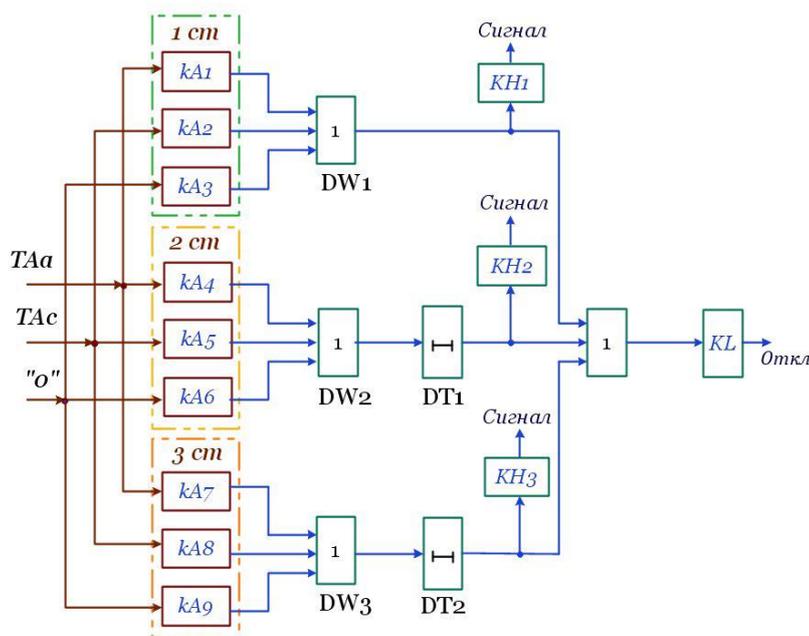
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

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.



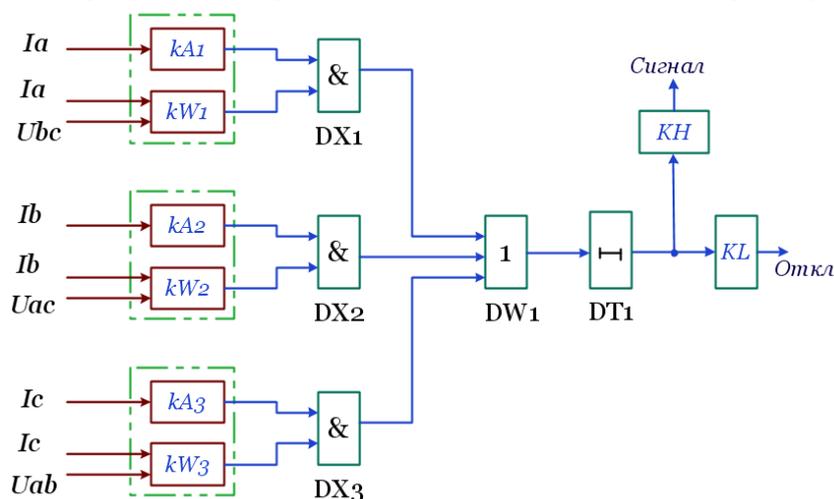
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

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.



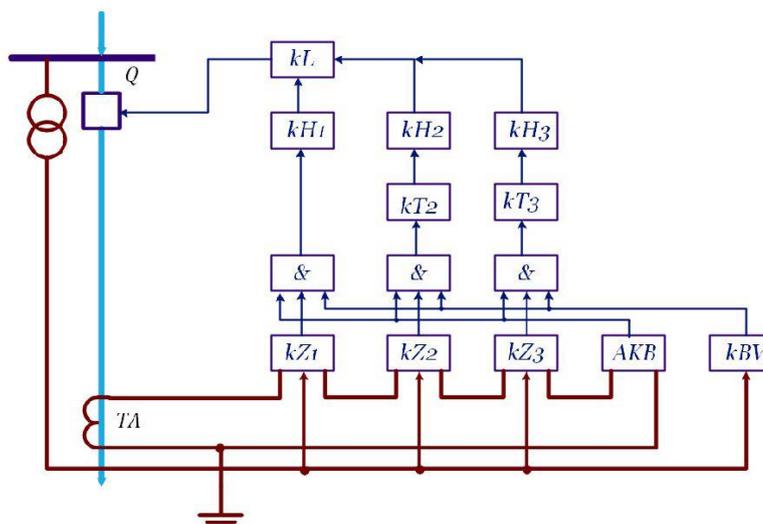
Контрольные вопросы: определяются на основании разработанной студентом модели защиты.

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).