

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем

Кафедра электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Тарасенко О.В.
2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей»

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа: «Оптимизация развивающихся систем
электроснабжения»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. – 27 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 147.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Подкаленко Г.М.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики «04» апреля 2023 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой электроэнергетики  Половинка Д.В.


Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем

«18» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

© Подкаленко Г.М., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – подготовка обучающихся к проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника» при эксплуатации сетей с различными режимами нейтрали.

Задачи:

- ознакомление студентов с теоретическими и практическими методами оценки переходных процессов при замыкании фазы на землю;
- определение возможных перенапряжений в сети при различных режимах нейтрали (изолированная, компенсированная, заземленная через резистор или комбинированная);
- схемные и конструктивные особенности устройств заземления нейтрали.

2. Место дисциплины в структуре ООПВО.

Дисциплина «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** условий формирования электрических зарядов в линиях электропередачи (ЛЭП и кабели) и их перераспределения при однофазных замыканиях на землю, характера протекания переходных процессов и его математического описания в зависимости от режима заземления нейтрали, типов элементов используемых в цепи заземления нейтрали, автоматических регуляторов управления режимом нейтрали и конструкции и схемы выполнения цепей заземления нейтрали, характера горения и гашения дуги при замыкании на землю **умения** составить схему интерфейсной микропроцессорной системы, составить алгоритм работы интерфейсной микропроцессорной системы, написать программный код на языке высокого уровня, реализующий алгоритм работы интерфейсной микропроцессорной системы; **навыки** моделирования в программном симуляторе работы интерфейсной микропроцессорной системы, программирования, компиляции и отладки программ для интерфейсной микропроцессорной системы, написанных на языке высокого уровня, анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ интерфейсной микропроцессорной системы, написанных на языке высокого уровня.

Основывается на знаниях, приобретенных при изучении дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Проектирование систем электроснабжения», «Электрическая часть электростанций и подстанций», «Электроэнергетические системы и сети», «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах».

Дисциплина «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по

направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной диссертационной работы магистра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине) | Перечень планируемых результатов |
|---|--|--|
| <p>ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p> | <p>ПК-3.1. Знает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-3.2. Умеет рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности</p> | <p>знать: условия формирования электрических зарядов в линиях электропередачи (ЛЭП и кабели) и их перераспределение при однофазных замыканиях на землю; характер протекания переходных процессов и его математическое описание в зависимости от режима заземления нейтрали; типы элементов используемых в цепи заземления нейтрали; автоматические регуляторы управления режимом нейтрали и конструкцию и схемы выполнения цепей заземления нейтрали; характер горения и гашения дуги при замыкании на землю.</p> |
| | | <p>уметь: анализировать характер переходных процессов для различных режимов нейтрали, рассчитывать параметры переходного процесса и возможные перенапряжения; выбирать оборудование и параметры цепи заземления нейтрали и осуществлять технико-экономическое сопоставление режимов нейтрали.</p> |
| | | <p>владеть: методами исследования переходных процессов в линиях электропередачи при замыкании на землю при различном заземлении нейтрали, методиками расчета параметров переходного процесса, опытом определения параметров цепи заземления нейтрали и емкостей электрической сети</p> |

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Объем часов (зач. ед.) | | |
|---|------------------------|--------------------|--------------------|
| | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| Общая учебная нагрузка (всего) | 144 (4 зач. ед) | 144 (4 зач. ед) | 144 (4 зач. ед) |
| Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе: | 72 | | 16 |
| Лекции | 24 | | 6 |
| Семинарские занятия | - | | - |
| Практические занятия | 24 | | 4 |
| Лабораторные работы | 24 | | 6 |
| Курсовая работа (курсовой проект) | - | | |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.) | - | | - |
| Самостоятельная работа студента (всего) | 72 | | 128 |
| Форма аттестации | экзамен | экзамен | экзамен |

4.2. Содержание разделов дисциплины

ТЕМА 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами.

ТЕМА 2. Зарядные токи в высоковольтных сетях и емкостной эффект в воздушных линиях электропередач и кабелях.

Заряды и емкость линий электропередач, взаимодействия зарядов, картина напряженности электрического поля, и основные расчетные соотношения.

ТЕМА 3. Процессы, протекающие в линиях электропередач при повреждениях изоляции.

Схемы замещения ЛЭП в нормальном режиме и при замыкании фазы на землю. Начальная стадия переходного процесса – снижение потенциала поврежденной фазы. Описание переходных процессов в момент пробоя изоляции и при уравнивании заряда линии. Переходные процессы в цикле «зажигание- гашение» дуги. Категории электрических дуг и их характеристики. Теория гашения дуги.

ТЕМА 4. Оценка вероятных перенапряжений при замыканиях на землю в сетях с различным режимом заземления нейтрали.

Характер восстановления напряжения на поврежденной фазе после первого погасания дуги и повторного ее зажигания в зависимости от системы заземления нейтрали. Методика расчета перенапряжений при повторных зажиганиях дуги в сети с различным режимом нейтрали.

ТЕМА 5. Основное оборудование цепей заземления нейтрали. Схемы цепей заземления нейтрали, расчет и выбор её параметров.

Реакторы для заземления нейтрали. Обзор конструкций и сравнительная характеристика. Режимы работы реакторов и их характеристики при переходных процессах замыкания на землю. Методика выбора мощности ДГР. Резисторы для заземления нейтрали, конструкции, режим работы, методика выбора резисторов. Схемы автоматического управления режимом нейтрали. Системы полной компенсации нейтрали. Методы устройства нулевой точки системы электроснабжения для подключения заземляющих устройств. Присоединительный трансформатор; требования к его конструкции, режим работы и выбор его мощности.

ТЕМА 6. Техничко-экономическое обоснование вариантов заземления нейтрали и методы выбора оптимального варианта.

Оценка последствий от замыканий на землю при различных режимах заземления нейтрали и ущерба от перебоев электроснабжения. Рекомендации по выбору оптимального режима нейтрали распределительных сетей.

4.3. Лекции

| № п/п | Название темы | Объем часов | | | |
|---------------|---|-------------|--------------------|---------------|---|
| | | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма | |
| 1, 2 | Введение. Заряды и емкость линий электропередач, взаимодействия зарядов, картина напряженности электрического поля, и основные расчетные соотношения. | 4 | | 2 | |
| 3 | Схемы замещения ЛЭП в нормальном режиме и при замыкании фазы на землю. Начальная стадия переходного процесса – снижение потенциала поврежденной фазы. | 2 | | | |
| 4 | Описание переходных процессов в момент пробоя изоляции и при уравнивании заряда линии. | 2 | | | |
| 5, 6 | Переходные процессы в цикле «зажигание-гашение» дуги. Категории электрических дуг и их характеристики. Теория гашения дуги. | 4 | | | |
| 7 | Характер восстановления напряжения на поврежденной фазе после первого погасания дуги и повторного ее зажигания в зависимости от системы заземления нейтрали. | 2 | | | |
| 8 | Методика расчета перенапряжений при повторных зажиганиях дуги в сети с различным режимом нейтрали. | 2 | | | 4 |
| 9 | Реакторы для заземления нейтрали. Обзор конструкций и сравнительная характеристика. Режимы работы реакторов и их характеристики при переходных процессах замыкания на землю. Методика выбора мощности ДГР. | 2 | | | |
| 10 | Резисторы для заземления нейтрали, конструкции, режим работы, методика выбора резисторов. | 2 | | | |
| 11 | Схемы автоматического управления режимом нейтрали. Системы полной компенсации нейтрали. Методы устройства нулевой точки системы электроснабжения для подключения заземляющих устройств. Присоединительный трансформатор; требования к его конструкции, режим работы и выбор его мощности. | 2 | | | |
| 12 | Оценка последствий от замыканий на землю при различных режимах заземления нейтрали и ущерба от перебоев электроснабжения. Рекомендации по выбору оптимального режима нейтрали распределительных сетей. | 2 | | | |
| Итого: | | 24 | | 6 | |

4.4. Практические занятия

| № п/п | Название темы | Объем часов | | |
|---------------|---|-------------|--------------------|---------------|
| | | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 1. | Определение потенциалов и емкостных токов замыкания на землю двухпроводной линии. | 2 | | 1 |
| 2. | Определение потенциалов емкостных связей и зарядных токов на шинах питающей подстанции. | 2 | | |
| 3. | Определение емкостей и зарядных емкостных токов замыкания фазы на землю в линиях. | 2 | | 1 |
| 4. | Исследование разрядных волновых процессов при замыкании фазы на землю симметричной линии электропередачи. | 2 | | |
| 5. | Расчет переходных процессов в линиях при пробоях изоляции на землю. | 2 | | 1 |
| 6. | Изучение переходных процессов восстановления напряжения после погасания дуги в сетях с различным режимом нейтрали. | 4 | | |
| 7. | Изучение влияния значений параметров сети и степени настройки дугогасительного реактора на время восстановления напряжения в поврежденной фазе. | 2 | | 1 |
| 8. | Оценка смещения нейтрали в нормальном состоянии сети с различными режимами нейтрали | 2 | | |
| 9. | Расчет параметров дугогасящих реакторов и нейтралеобразующего трансформатора | 2 | | |
| 10. | Выбор оборудования, коммутационной и защитной аппаратуры в цепи заземления нейтрали. | 2 | | |
| 11. | Технико-экономические расчеты и сравнение режимов нейтрали распределительных сетей среднего напряжения | 2 | | |
| Итого: | | 24 | | 4 |

4.5. Лабораторные работы

| № п/п | Название темы | Объем часов | | |
|-------|---|-------------|--------------------|---------------|
| | | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 1. | Техника безопасности. Ознакомление с лабораторным оборудованием. | 2 | | 0,5 |
| 2. | Исследование дуговых процессов в сетях с изолированной нейтралью. | 4 | | 1 |

| № п/п | Название темы | Объем часов | | |
|---------------|--|-------------|--------------------|---------------|
| | | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 3. | Исследование дуговых процессов в сетях с нейтралью заземленной через резистор | 4 | | 1 |
| 4. | Исследование дуговых процессов в сетях с нейтралью заземленной через ДГР | 4 | | 1 |
| 5. | Исследование влияния параметров сети и степени компенсации емкостных токов на время восстановления напряжения в поврежденной фазе. | 4 | | 1 |
| 6. | Исследование принципов построения релейной защиты от однофазных замыканий в сетях с изолированной нейтралью. | 4 | | 1 |
| 7. | Подведение итогов защита лабораторных работ | 2 | | 0,5 |
| Итого: | | 24 | | 6 |

4.6. Самостоятельная работа студентов

| № п/п | Название темы | Вид СРС | Объем часов | | |
|---------------|---|--|-------------|--------------------|---------------|
| | | | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 1 | Зарядные токи в высоковольтных сетях и емкостной эффект в воздушных линиях электропередач и кабелях. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 8 | | 25 |
| 2 | Процессы, протекающие в линиях электропередач при повреждениях изоляции. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 16 | | 25 |
| 3 | Оценка вероятных перенапряжений при замыканиях на землю в сетях с различным режимом заземления нейтрали. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 16 | | 25 |
| 4 | Основное оборудование цепей заземления нейтрали. Схемы цепей заземления нейтрали, расчет и выбор её параметров. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 16 | | 25 |
| 5 | Технико-экономическое обоснование вариантов заземления нейтрали и методы выбора оптимального варианта. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 16 | | 28 |
| Итого: | | | 72 | | 128 |

4.7. Курсовой проект.

Не предусмотрен рабочим учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого, каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Крючков И.П., Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учебное пособие для вузов / Крючков И.П. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01191-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента»: [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011911.html>

2. Колбин, В.В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2014. — 379 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41015.

б) дополнительная литература:

1. Шабад, Виктор Климентьевич. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб. пособие по спец. "Электрические станции" и "Электроснабжение" напр. "Электроэнергетика" и "Электроэнергетика и электротехника" (модуль "Электроэнергетика») / В.К. Шабад. — М. : Академия, 2013 .— 189, [2] с. : ил. — (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат) - -Библиогр.: с. 187.

2. Сибикин, Ю.Д. Электрические подстанции. Учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования / Ю.Д. Сибикин. - М.: Директ-Медиа, 2014. - 414 с.

3. Фролов Ю. М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 480 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей» для студентов специальности 13.04.02 очной и заочной форм обучения/ Д.И. Кузьменко, — Луганск: Луганский государственный университет им. В. Даля, запланировано на 2017/2018 уч. год.

г) интернет-ресурсы:

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Лабораторные работы: лаборатория оборудована персональными компьютерами и лабораторными установками, шаблоны отчетов по лабораторным работам, и т.д.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет и подключением к программаторам лабораторных стендов, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение | Ссылки |
|--|---------------------------------------|---|
| Операционная система | UBUNTU 19.04 | https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu |
| Офисный пакет | Libre Office 6.3.1 | https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice |
| Браузер | Opera | http://www.opera.com |
| Файл-менеджер | Far Manager | http://www.farmanager.com/download.php |
| Архиватор | 7Zip | http://www.7-zip.org/ |
| Графический редактор | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP |
| Редактор PDF | PDFCreator | http://www.pdfforge.org/pdfcreator |
| Аудиоплеер | VLC | http://www.videolan.org/vlc/ |
| Программный симулятор электронных схем | Proteus 8 Professional | http://theproteus.ru/#Скачать_программу_Proteus_Professional |
| Программный симулятор электронных схем | Electronics Workbench V5.12 | https://activator-microsoft.ru/electronic-workbench-12/ |

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

| Этап | Код компетенции | Уровни сформированности компетенции | Критерии оценивания компетенции |
|----------------|---|-------------------------------------|---|
| Начальный | ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности | Пороговый | знать: условия формирования электрических зарядов в линиях электропередачи (ЛЭП и кабели) и их перераспределение при однофазных замыканиях на землю; характер протекания переходных процессов и его математическое описание в зависимости от режима заземления нейтрали; типы элементов используемых в цепи заземления нейтрали; автоматические регуляторы управления режимом нейтрали и конструкцию и схемы выполнения цепей заземления нейтрали; характер горения и гашения дуги при замыкании на землю. |
| Основной | | Базовый | уметь: анализировать характер переходных процессов для различных режимов нейтрали, рассчитывать параметры переходного процесса и возможные перенапряжения; выбирать оборудование и параметры цепи заземления нейтрали и осуществлять технико-экономическое сопоставление режимов нейтрали. |
| Заключительный | | Высокий | владеть: методами исследования переходных процессов в линиях электропередачи при замыкании на землю при различном заземлении нейтрали, методиками расчета параметров переходного процесса, опытом определения параметров цепи заземления нейтрали и емкостей электрической сети |

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в
результате освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине) | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики | Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно |
|----------|-----------------------------------|--|--|--|--|
| 1 | ПК-3 | Способен решать производственно- технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности | ПК-3.1. Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности | Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. | 3/5 |
| | | | ПК-3.2. Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности | Тема 2. Зарядные токи в высоковольтных сетях и емкостной эффект в воздушных линиях электропередач и кабелях. | 3/5 |
| | | | ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности | Тема 3. Процессы, протекающие в линиях при повреждениях изоляции. | 3/5 |
| | | | | Тема 4 Оценка перенапряжений при замыканиях на землю в сетях с различным режимом нейтрали. | 3/5 |
| | | | | Тема 5. Основное оборудование цепи заземления нейтрали. Схема цепи заземления нейтрали, расчет и выбор её параметров. | 3/5 |
| | | | | Тема 6. Техничко- экономическое обоснование вариантов заземления нейтрали и методы выбора оптимального варианта | 3/5 |

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код компетенции | Индикаторы достижений компетенций | Планируемые результаты обучения по дисциплине | Контролируемые темы учебной дисциплины | Наименование оценочного средства |
|-------|---|--|---|---|---|
| 1. | ПК-3 Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности | ПК-3.1. Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности | знать: условия формирования электрических зарядов в линиях электропередачи (ЛЭП и кабели) и их перераспределение при однофазных замыканиях на землю; характер протекания переходных процессов и его математическое описание в зависимости от режима заземления нейтрали; типы элементов используемых в цепи заземления нейтрали; автоматические регуляторы управления режимом нейтрали и конструкцию и схемы выполнения цепей заземления нейтрали; характер горения и гашения дуги при замыкании на землю. | Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Тема 2. Зарядные токи в высоковольтных сетях и емкостной эффект в воздушных линиях электропередач и кабелях. Тема 3. Процессы, протекающие в линиях при повреждениях изоляции. Тема 4 Оценка перенапряжений при замыканиях на землю в сетях с различным режимом нейтрали. Тема 5. Основное оборудование цепи заземления нейтрали. Схема цепи заземления нейтрали, расчет и выбор её параметров. Тема 6. Технико-экономическое обоснование вариантов заземления нейтрали и методы выбора оптимального варианта | тестовые задания к лабораторным работам |
| | | ПК-3.2. Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности | уметь: анализировать характер переходных процессов для различных режимов нейтрали, рассчитывать параметры переходного процесса и возможные перенапряжения; выбирать оборудование и параметры цепи заземления нейтрали и осуществлять технико-экономическое сопоставление режимов нейтрали. | | тестовые задания к лабораторным работам |
| | | ПК-3.3 Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности | владеть: методами исследования переходных процессов в линиях электропередачи при замыкании на землю при различном заземлении нейтрали, методиками расчета параметров переходного процесса, опытом определения параметров цепи заземления нейтрали и емкостей электрической сети | | тестовые задания к лабораторным работам |

Тестовые задания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплине «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей»

Тестовые задания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплине «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня.

Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине.

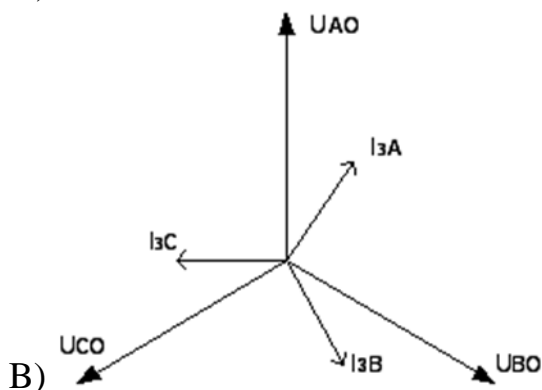
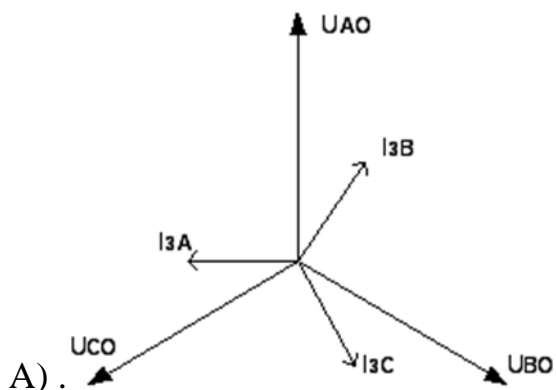
Вопросы базового уровня позволяют определить умение студента применить теоретические знания при анализе процессов в электрических сетях.

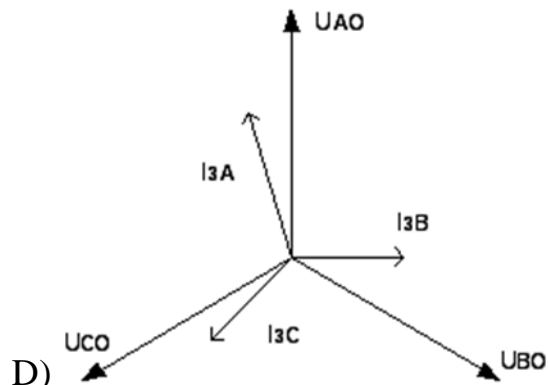
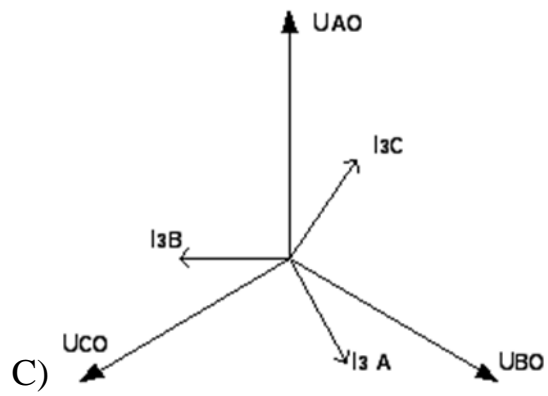
Вопросы высокого уровня диагностируют владение студентом методиками расчета электрических принципиальных схем и навыками моделирования работы схемы и переходных процессов в программном симуляторе.

1. Каких режимов нейтрали НЕТ?

- А) Глухозаземленная нейтраль;
- В) Глухоизолированная нейтраль;
- С) Эффективно заземленная нейтраль;
- Д) Изолированная нейтраль;
- Е) Нейтраль заземленная через дугогасящий реактор.

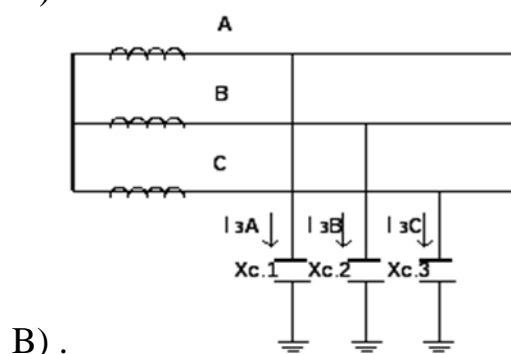
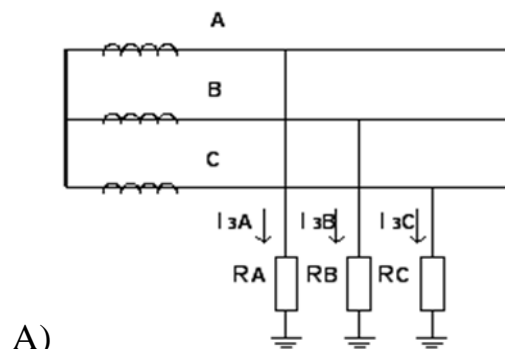
2. Векторная диаграмма сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.

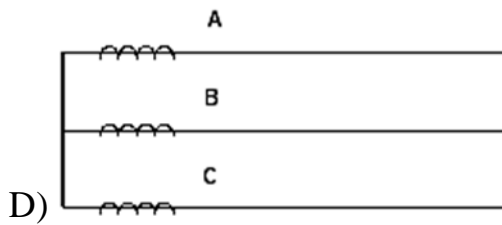
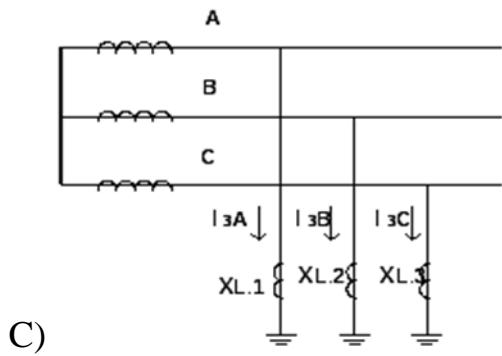




E) Правильного ответа нет

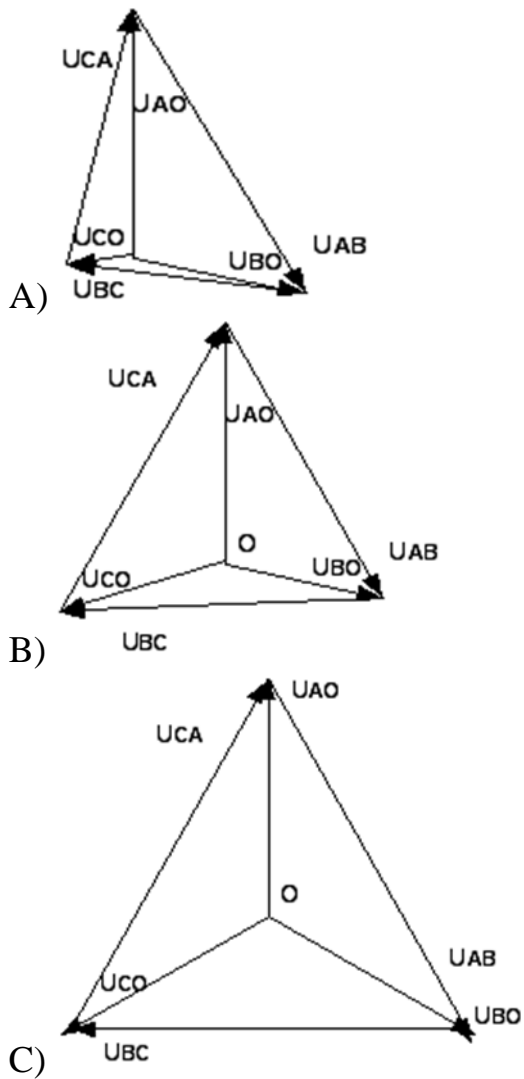
3. Схема замещения сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.

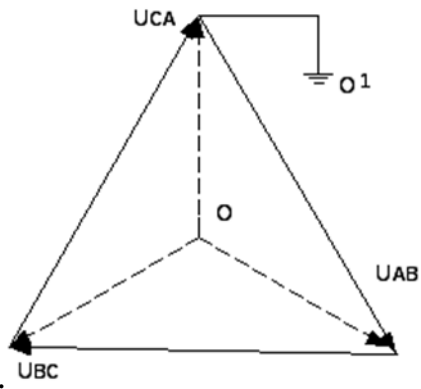




E) Правильного ответа нет

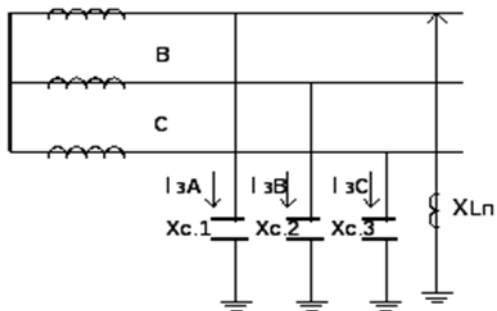
4. Векторная диаграмма сети с изолированной нейтралью в аварийном режиме



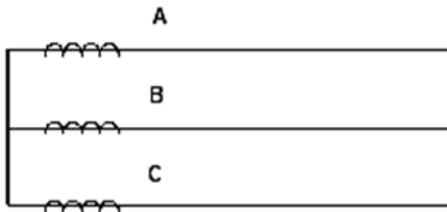


- D) . U_{BC}
- E) Правильного ответа нет

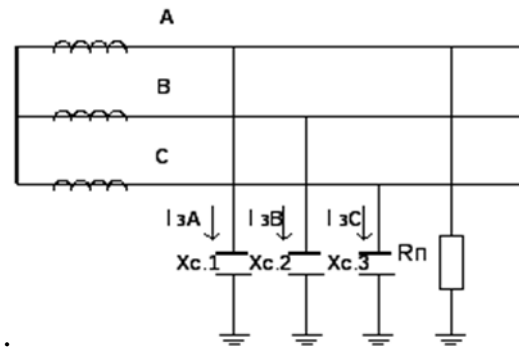
5. Схема замещения в сети с изолированной нейтралью в аварийном режиме.



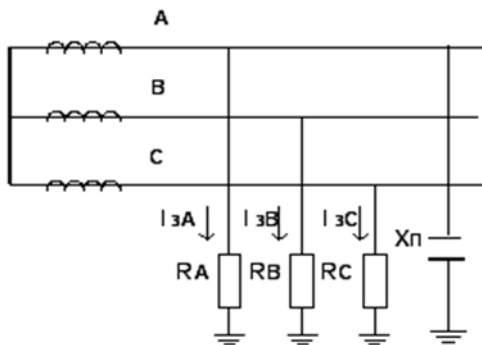
A)



B)



C) .



D)

E) Правильного ответа нет

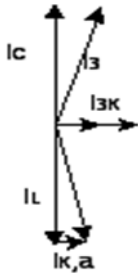
6. Величина допустимого емкостного тока линии с изолированной нейтралью без компенсации.

- А) При $U=6I_3 < 30$; при $U=10I_3 < 20$; при $U=35I_3 < 10$;
- В) $U=6 I_3 < 10$ $U=10 I_3 < 20$ $U=35 I_3 < 30$;
- С) $U=6 I_3 < 20$ $U=10 I_3 < 30$ $U=35 I_3 < 10$;
- Д) $U=6I_3 < 15$ $U=10I_3 < 10$ $U=35I_3 < 30$;
- Е) Правильного ответа нет.

7. Формула приближенного расчета зарядного тока а) для воздушных линий, б) для кабельных линий.

- А) $I=U/X$ б) $I=U/R$;
- В) $I=UL/10$ б) $I=UL/350$;
- С) $I=U/R$ б) $I=U/X$;
- Д) $I=UL/350$ б) $I=UL/10$;
- Е) Правильного ответа нет.

8. Режим, показанный на векторной диаграмме



- А) До компенсации;
- В) Перекомпенсации;
- С) Недокомпенсации;
- Д) Полной компенсации;
- Е) Правильного ответа нет.

9. Параметры выбора дугогасящего реактора

- А) I_p и U_p ;
- В) S_p и U_H ;
- С) I_H и U_H ;
- Д) S_p и I_H ;
- Е) Правильного ответа нет.

10. Величина суммарной мощности дугогасящих реакторов

- А) $S_p = U_H * I_3 \text{ макс}$;
- В) $S_p = 1,5 * U_L * I_3$;
- С) $S_p = 1,25 * U_\phi * I_3 \text{ мин}$;
- Д) $S_p = 1,25 * U_\phi * I_3 \text{ макс}$;
- Е) Правильного ответа нет.

11. Что означают буквы I и T в обозначениях токоведущих проводников в зависимости от их конфигурации. Первая буква?

- A) I- изолированная нейтраль, T– отсутствует соединение с землей;
- B) I- соединение с землей, T- непосредственное соединение с землей;
- C) I- токоведущие части изолированы от земли, T– прямая связь нейтрали с землей;
- D) I- заземленная нейтраль, T– изолированная нейтраль;
- E) Правильного ответа нет.

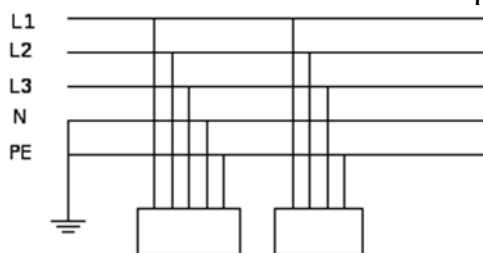
12. Коэффициент замыкания на землю в сети с эффективно заземленной нейтралью

- A) $K_z < 1,2$;
- B) $K_z < 1,4$;
- C) $K_z < 1,7$;
- D) $K_z < 2,0$;
- E) Правильного ответа нет.

13. Что означают буквы T и N в обозначениях токоведущих проводников в зависимости от их конфигурации. Вторая буква?

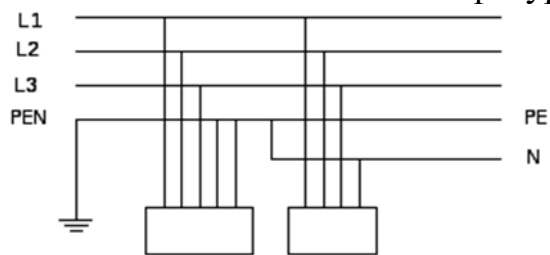
- A) Отсутствует соединение с проводящих частей с землей, N- непосредственное соединение токопроводящих частей с землей;
- B) T- непосредственное соединение с землей, N– соединение проводящих частей с с помощью PE или PEN– проводника;
- C) T– изолированная нейтраль, N- соединение с проводящих частей с землей отсутствует;
- D) T– заземленная нейтраль, N– изолированная нейтраль;
- E) Правильного ответа нет.

14. Указать тип системы конфигурации сети.



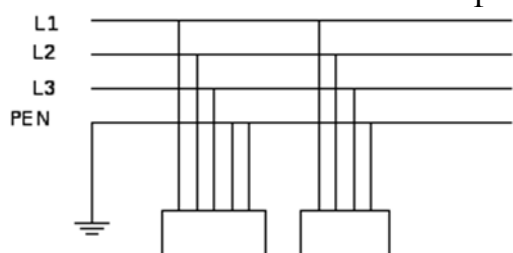
- A) TN-S.
- B) TN – C – S
- C) TN-C
- D) TT

15. Указать тип системы конфигурации сети



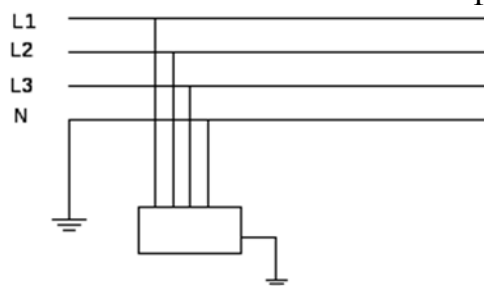
- A) TN-S
- B) TN-C-S.
- C) TN-C
- D) TT
- E) IT

16. Указать тип системы конфигурации сети.



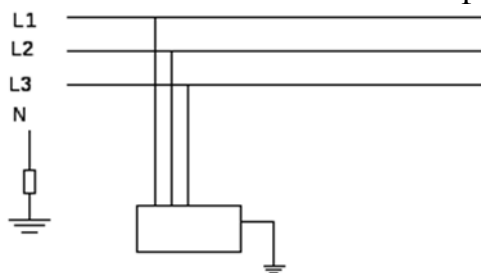
- A) TN - S
- B) TN - C - S
- C) TN -C.
- D) TT
- E) IT

17. Указать тип системы конфигурации сети.



- A) TN-S
- B) TN-C-S
- C) TN-C
- D) TT.
- E) IT

18. Указать тип системы конфигурации сети.



- A) TN – S
- B) TN – C – S
- C) TN-C
- D) TT.
- E) IT

19. Ток однофазного короткого замыкания в аварийном режиме в системе с глухозаземленной нейтралью

- A) $I_{\text{окз}} = U_{\text{ф}} / Z_{\text{тр.}} / \sqrt{3} + Z_{\text{л}};$
- B) $I_{\text{окз}} = P_{\text{н}} / U_{\text{ф}};$
- C) $I_{\text{окз}} = U_{\text{ф}} / R_{\text{л}};$
- D) $I_{\text{окз}} = U_{\text{ф}} / X_{\text{л}};$
- E) Правильного ответа нет.

20. Влияние повторного заземления $R_{\text{п}}$ на величину напряжения на нейтрали U_{N} в аварийном режиме.

- A) Чем больше сопротивление повторного заземления $R_{\text{п}}$, тем больше напряжение на нейтрали U_{N} ;
- B) Чем меньше сопротивление повторного заземления $R_{\text{п}}$, тем меньше напряжение на нейтрали U_{N} ;
- C) Чем больше сопротивление повторного заземления $R_{\text{п}}$, тем меньше напряжение на нейтрали U_{N} ;
- D) Сопротивление повторного заземления $R_{\text{п}}$ не влияет на величину напряжения на нейтрали U_{N} ;
- E) Правильного ответа нет.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания к лабораторным работам и практическим занятиям»

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания |
|------------------------------------|---|
| отлично (5) | Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов) |
| хорошо (4) | Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов) |
| удовлетворительно (3) | Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов) |
| неудовлетворительно (2) | Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов) |

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

1. Определение зарядных и емкостных токов замыкания на землю ЛЭП.
2. Определение зарядных и емкостных токов замыкания на землю в кабельных сетях (трехфазные кабели).
3. Определение зарядных и емкостных токов замыкания на землю в сетях с кабелями типа Н.
4. Объясните понятия: напряжения относительно земли, напряжения относительно нейтрали и смещение нейтрали в трехфазной сети.
5. Поясните распределение тока замыкания на землю в системе с ДГР.
6. Переходные волновые процессы при повреждении изоляции.
7. Переходные процессы при первичном пробое изоляции в системе с изолированной нейтралью.
8. Переходные процессы при первичном пробое изоляции в системе с заземленной нейтралью через ДГР.
9. Переходные процессы при первичном пробое изоляции в системе с заземленной нейтралью через резистор.
10. Характеристика свободно горящих заземляющих дуг.
11. Характеристика дуг горящих в замкнутом пространстве.
12. Обрыв дуги замыкания на землю и процесс восстановления напряжения в системе с изолированной нейтралью.
13. Обрыв дуги замыкания на землю и процесс восстановления напряжения в системе с заземлением нейтрали резистором.
14. Обрыв дуги заземления на землю и процесс восстановления напряжения в системе с заземлением нейтрали ДГК.
15. Механизм повторных замыканий дуги и методы оценки перенапряжений.
16. Исследование процесса восстановления напряжения после погасания дуги с заземлением через ДГР в режиме перекомпенсации.
17. Исследование процессов восстановления напряжения после погасания дуги в сети с заземлением через ДГР в режиме недокомпенсации.
18. Схемы заземления нейтрали и методы выбора её параметров.
19. Сравнительный анализ и характеристика способов заземления нейтрали
20. Устройство и характеристики ДГР трехфазного исполнения.
21. Нормативная база по выбору режима нейтрали в сетях 6-35 кВ и сравнительных характеристик способов заземления.
22. Устройство и характеристика ДГР плавного регулирования тока компенсации.
23. Устройство и характеристика реактора с подмагничиванием и тиристорным регулированием.
24. Выбор способов подмагничивания реакторов (резисторов) в трехфазной сети и требования к присоединительному трансформатору.

25. Характеристика регуляторов дугогасящих катушек.
26. Дайте характеристику компенсированной нейтрали и способам компенсации активной и высокочастотных составляющих тока замыкания на землю.
27. Что называется нейтралью?
28. Перечислите режимы нейтрали, применяемые в электрических сетях различных классов напряжения.
29. На какие параметры сети влияет режим нейтрали электрической сети?
30. Приведите определение режима изолированной нейтрали.
31. Каковы основные преимущества и недостатки режима изолированной нейтрали в сетях среднего напряжения?
32. Чему равны установившиеся значения напряжений неповрежденных фаз относительно земли в режиме однофазного металлического замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью?
33. Каких величин может достигать действующее значение напряжения на неповрежденных фазах относительно земли в сети с изолированной нейтралью?
34. Какие факторы влияют на величину перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью?
35. При каких условиях возможно возникновение феррорезонансных перенапряжений в сетях среднего напряжения с изолированной нейтралью?
36. Объясните причины частых повреждений трансформаторов напряжения при феррорезонансных перенапряжениях в сетях среднего напряжения с изолированной нейтралью.
37. Чем определяется ток замыкания на землю в сетях среднего напряжения с изолированной нейтралью?
38. Нарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений в нормальном режиме и при однофазном замыкании на землю в сети с изолированной нейтралью.
39. Как оценить ток замыкания на землю в сетях среднего напряжения с изолированной нейтралью?
40. По каким причинам необходимо нормирование тока замыкания на землю?
41. В каких случаях требуется компенсировать ток замыкания на землю?
42. В чем суть режима компенсированной нейтрали?
43. Перечислите основные преимущества и недостатки режима компенсированной нейтрали в сетях среднего напряжения.
44. Где устанавливаются и как подключаются ДГР?
45. Почему нежелательно подключать ДГР к трансформаторам со схемой соединения обмоток звезда-звезда?
46. Как определить требуемую мощность ДГР?
47. Перечислите основные типы ДГР, в чем их преимущества и недостатки.

48. В чем суть режима резистивного заземления нейтрали?
49. Каковы основные преимущества и недостатки режима резистивного заземления нейтрали в сетях среднего напряжения?
50. В каких случаях целесообразно низкоомное или высокоомное заземление нейтрали?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («экзамен»)

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания |
|---------------------------------------|---|
| отлично (5) | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| хорошо (4) | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| удовлетворительно (3) | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах. |
| неудовлетворительно (2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы |

Лист изменений и дополнений

| № п/п | Виды дополнений и изменений | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|----------|--------------------------------|--|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |