

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Вятский государственный университет»
(ВятГУ)
г. Киров

Утверждаю
Директор/Декан Фоминых А. А.



Номер регистрации
РПД_3-13.04.02.04_2020_115654
Актуализировано: 26.05.2021

Рабочая программа дисциплины
Перенапряжения в электроэнергетических сетях и системах

| | наименование дисциплины |
|--------------------------|---|
| Квалификация выпускника | Магистр |
| Направление подготовки | 13.04.02 |
| | шифр |
| | Электроэнергетика и электротехника |
| | наименование |
| Направленность (профиль) | 3-13.04.02.04 |
| | шифр |
| | Управление режимами работы электроэнергетических систем |
| | наименование |
| Формы обучения | Очная |
| | наименование |
| Кафедра-разработчик | Кафедра электроэнергетических систем (ОРУ) |
| | наименование |
| Выпускающая кафедра | Кафедра электроэнергетических систем (ОРУ) |
| | наименование |

Киров, 2020 г.

Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Васюра Юрий Филиппович

ФИО

Вильнер Александр Викторович

ФИО

Цели и задачи дисциплины

| | |
|-------------------|---|
| Цель дисциплины | Целью курса является ознакомление студентов с основными видами внутренних перенапряжений в электроэнергетических системах и сетях, причинами их возникновения и мероприятиями по ликвидации. В курсе приводятся расчетные формулы и методики, позволяющие сделать приближенную оценку характеристик рассматриваемых перенапряжений. |
| Задачи дисциплины | При изучении курса студенты должны получить четкое представление о режимах систем и сетей, которым сопутствуют перенапряжения, способные повлечь за собой нарушения изоляции их элементов, и, следовательно, создание в них аварийных ситуаций; научиться осуществлять простейшую оценку параметров перенапряжений и выбирать мероприятия по защите от них. |

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция ПК-13

Способен осваивать новое энергетическое и электротехническое оборудование и инновационные технологии для эффективного управления электрическими режимами электроэнергетических систем с учетом требований по безопасности, надежности и качеству электроэнергии

| Знает | Умеет | Владеет |
|--|--|--|
| природу возникновения, основные виды и характеристики перенапряжений, возникающих в электроэнергетических установках; основные факторы воздействия перенапряжений на электрооборудование, технические средства управления их параметрами | определять возможные причины возникновения перенапряжений в электрических сетях и электроустановках, оценивать последствия их воздействия и возможные методы их предотвращения | навыками оценки параметров возможных перенапряжений в электроустановках, выбора и использования типовых методик и средств защиты от них изоляционных конструкций электрооборудования |

Компетенция ПК-14

Способен выполнять инженерные исследования в области проектирования, автоматического регулирования и автоматизированного управления установившимися и переходными режимами электроэнергетических систем

| Знает | Умеет | Владеет |
|--|---|--|
| основные виды перенапряжений, возникающих в электрических сетях и электроустановках различных классов напряжений, методики | производить оценку требований к средствам защиты от перенапряжений, оценивать начальные условия для выполнения расчетов перенапряжений и выбора характеристик | навыками расчетов, оценки, анализа параметров возможных перенапряжений в электроустановках с использованием типовых средств и методов расчетов |

| | | |
|--|--|--|
| расчетов их параметров; нормативные требования по допустимым величинам перенапряжений в сетях и электроустановках различных классов напряжений, рекомендуемые схемы и средства защиты от перенапряжений | защитных средств для их ограничения | |
|--|--|--|

Структура дисциплины
Тематический план

| № п/п | Наименование разделов дисциплины | Шифр формируемых компетенций |
|-------|---|------------------------------|
| 1 | Квазистационарные перенапряжения в электроэнергетических системах | ПК-13 |
| 2 | Коммутационные перенапряжения в электроэнергетических системах | ПК-13, ПК-14 |
| 3 | Координация изоляции в электроэнергетических системах | ПК-13 |
| 4 | Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | ПК-13, ПК-14 |

Формы промежуточной аттестации

| | |
|-----------------|---|
| Зачет | Не предусмотрен (Очная форма обучения) |
| Экзамен | 1 семестр (Очная форма обучения) |
| Курсовая работа | Не предусмотрена (Очная форма обучения) |
| Курсовой проект | Не предусмотрена (Очная форма обучения) |

Трудоемкость дисциплины

| Форма обучения | Курсы | Семестры | Общий объем (трудоемкость) | | Контактная работа, час | в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час | | | | Самостоятельная работа, час | Курсовая работа (проект), семестр | Зачет, семестр | Экзамен, семестр |
|----------------------|-------|----------|----------------------------|-----|------------------------|--|--------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|
| | | | Часов | ЗЕТ | | Всего | Лекции | Семинарские, практические занятия | Лабораторные занятия | | | | |
| Очная форма обучения | 1 | 1 | 144 | 4 | 69 | 30 | 18 | 0 | 12 | 75 | | | 1 |

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

| Код занятия | Наименование тем занятий | Трудоемкость, академических часов |
|---|--|-----------------------------------|
| Раздел 1 «Квазистационарные перенапряжения в электроэнергетических системах» | | 59.50 |
| Лекции | | |
| Л1.1 | Общие вопросы курса. Проблемы выбора и защиты изоляции от перенапряжений. Формулировка технико-экономической задачи по координации изоляции. Основные характеристики перенапряжений. Классификация и краткая характеристика отдельных видов перенапряжений | 1.00 |
| Л1.2 | Режимы нейтрали электрических сетей. Их связь с токами однофазных замыканий на землю и повышением напряжений на неповрежденных фазах. Области применения различных видов заземления нейтрали. | 1.50 |
| Л1.3 | Сеть с изолированной нейтралью. Режим напряжений в нормальных условиях работы. Режим напряжений при замыкании одной фазы на землю. Ток замыкания на землю. Его влияние на элементы сети. Возможность длительной работы сети с изолированной нейтралью при замыканиях на землю | 1.50 |
| Л1.4 | Сети с резонансным заземлением нейтрали. Резонансное смещение нейтрали в сетях с компенсацией емкостного тока замыкания на землю. Характеристика требований к выбору дугогасящих реакторов с учетом возможности резонансного смещения нейтрали сети. | 1.50 |
| Л1.5 | Преимущества и недостатки работы сетей с изолированной и резонансно-заземленной нейтралью. Экономическая целесообразность применения в высоковольтных сетях режима эффективного заземления нейтралей. Его особенности и преимущества. | 1.50 |
| Л1.6 | Пределы изменения напряжений и токов при несимметричных коротких замыканиях в сетях с эффективно заземленной нейтралью. Особенности регулирования уровней квазистационарных перенапряжений в сетях с эффективно заземленной нейтралью. Основные положения и нормативы координации напряжений и токов в сетях с эффективно заземленной нейтралью. | 1.50 |
| Л1.7 | Повышение напряжения в симметричных режимах работы ВЛ в результате емкостного эффекта. | 1.50 |

| | | |
|--|---|--------------|
| | Перенапряжения при одностороннем питании одноцепных ВЛ сверхвысокого напряжения. Влияние сопротивления источника и коронирования проводов на величину перенапряжений | |
| Л1.8 | Защита ВЛ сверхвысоких напряжений с помощью реакторов поперечного включения. Влияние насыщения стали трансформаторов на перенапряжения на промышленной частоте. Влияние батарей продольной компенсации. | 1.50 |
| Лабораторные занятия | | |
| P1.1 | Исследование режимов работы сети с изолированной нейтралью | 4.00 |
| P1.2 | Исследование режимов работы сети с резонансно заземленной нейтралью | 4.00 |
| P1.3 | Исследование квазистационарных перенапряжений на высоковольтной линии электропередачи, работающей в разомкнутом режиме | 4.00 |
| Самостоятельная работа | | |
| C1.1 | Самостоятельная работа | 20.00 |
| Контактная внеаудиторная работа | | |
| КВР1.1 | Контактная внеаудиторная работа | 16.00 |
| Раздел 2 «Коммутационные перенапряжения в электроэнергетических системах» | | 38.00 |
| Лекции | | |
| Л2.1 | Коммутационные перенапряжения, возникающие при коммутациях включения воздушных линий, их отключении, отключении в режиме короткого замыкания, коммутации в циклах АПВ, ТАПВ и ОАПВ. Перенапряжения при отключении блочных и полублочных схем. | 1.00 |
| Л2.2 | Коммутационные перенапряжения при отключении индуктивных цепей: трансформаторов, реакторов, двигателей, дугогасящих реакторов | 1.00 |
| Л2.3 | Дуговые перенапряжения в сетях с изолированной нейтралью. Гипотезы развития. Статистические характеристики амплитуд. Влияние на них параметров сети. Роль дугогасящей катушки как средства ограничения. | 2.00 |
| Самостоятельная работа | | |
| C2.1 | Самостоятельная работа | 19.00 |
| Контактная внеаудиторная работа | | |
| КВР2.1 | Контактная внеаудиторная работа | 15.00 |
| Раздел 3 «Координация изоляции в электроэнергетических системах» | | 19.50 |
| Лекции | | |
| Л3.1 | Современные подходы к проблеме координации изоляции. Направления развития аппаратостроения. Средства защиты от коммутационных перенапряжений. | 1.50 |

| | | |
|---|---|---------------|
| | Конструктивные особенности, достоинства и недостатки. | |
| ЛЗ.2 | Проблемы применения вакуумных выключателей. Современные средства их адаптации в электроэнергетических сетях | 1.00 |
| Самостоятельная работа | | |
| СЗ.1 | Самостоятельная работа | 11.50 |
| Контактная внеаудиторная работа | | |
| КВР3.1 | Контактная внеаудиторная работа | 5.50 |
| Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации» | | 27.00 |
| Э4.1 | Подготовка к сдаче экзамена | 24.50 |
| КВР4.1 | Консультация перед экзаменом | 2.00 |
| КВР4.2 | Сдача экзамена | 0.50 |
| ИТОГО | | 144.00 |

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Учебная литература (основная)

1) Кадомская, Кира Пантелеймоновна. Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них : учебник / К. П. Кадомская, Ю. А. Лавров, А. А. Рейхердт. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006. - 368 с. : ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр.: с. 355-364. - ISBN 5-7782-0460-4 : 170.00 р. - Текст : непосредственный.

2) Васюра, Юрий Филиппович. Квазистационарные перенапряжения в сетях с изолированной, резонансно и эффективно заземленной нейтралью : учеб. пособие для бакалавров и магистров направления 13.03.02 профилей "Электроэнергетические системы и сети", "Электрические станции", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" / Ю. Ф. Васюра ; ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ЭЭС. - Киров : ВятГУ, 2016. - 93 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 05.09.2016). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

3) Кадомская, Кира Пантелеймоновна. Квазистационарные перенапряжения : учеб. пособие / К. П. Кадомская ; Новосиб. электротехн. ин-т. - Новосибирск : [б. и.], 1981. - 100 с. : ил. - 0.15 р. - Текст : непосредственный.

4) Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие для вузов / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-5819-6 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/145845> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

Учебная литература (дополнительная)

1) Горелов, С. В. Изоляция и перенапряжения в системах электроснабжения. 1 : учебное пособие / С.В. Горелов. - 2-е изд., стер. - М.|Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 117 с. - ISBN 978-5-4475-6579-4 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430452/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

2) Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ : профессиональное руководство. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2011. - 688 с. - ISBN 978-5-379-01750-7 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

Электронные образовательные ресурсы

1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>

- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-13.04.02.04
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru)
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Демонстрационное оборудование

| |
|-------------------------------------|
| Перечень используемого оборудования |
| МУЛЬТИМЕДИА-ПРОЕКТОР Acer H5350 |
| ЭКРАН рулонный настенный DA-Lite |

Специализированное оборудование

| |
|---|
| Перечень используемого оборудования |
| Ноутбук Acer Extensa 4630 |
| ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР ICL SafeRay S251.Mi (МОНОБЛОК) |

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)

| № п.п | Наименование ПО | Краткая характеристика назначения ПО |
|-------|--|--|
| 1 | Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» | Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO |
| 2 | Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP | Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами |
| 3 | Office Professional Plus 2016 | Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями |
| 4 | Windows Professional | Операционная система |
| 5 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса | Антивирусное программное обеспечение |
| 6 | Справочная правовая система «Консультант Плюс» | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации |
| 7 | Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации |
| 8 | Security Essentials (Защитник Windows) | Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов. |
| 9 | МойОфис Стандартный | Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах |

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:
https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=115654