**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Войнов И. В.
Пользователь: voinoviv
Дата подписания: 30.11.2021

И. В. Войнов

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.08 Перенапряжения в системах электроснабжения
**для направления** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
**уровень** Бакалавриат
**профиль подготовки** Электроснабжение промышленных предприятий и городов
**форма обучения** заочная
**кафедра-разработчик** Автоматика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Голощапов С. С.
Пользователь: goloshchapovss
Дата подписания: 30.11.2021

С. С. Голощапов

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Четошникова Л. М.
Пользователь: chetoshnikovalm
Дата подписания: 30.11.2021

Л. М. Четошникова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы
д.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Четошникова Л. М.
Пользователь: chetoshnikovalm
Дата подписания: 30.11.2021

Л. М. Четошникова

Миасс

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Изоляция и перенапряжения» являются формирование систематизированных знаний о природе возникновения перенапряжений, об их электрических воздействиях на изоляцию электрооборудования и линий электропередачи и способов защиты от них, о формах и методах испытания изоляции линий и электроустановок, приобретение студентами навыков по обеспечению защиты изоляции электроустановок и линий электропередачи от воздействий перенапряжений. Задачи дисциплины: Получение знаний в области грозовых и внутренних перенапряжений, возникающих при эксплуатации электрических установок и систем, средств и методов испытания высоковольтных изоляционных конструкций. Изучение методов, способов и средств диагностики состояния изоляции электроэнергетического оборудования. Овладение методами расчета и обеспечения надежной молниезащиты линий электропередачи, электрических станций и подстанций, зданий и сооружений, методами расчета внутренних перенапряжений и способами защиты от них Формирование общепрофессиональных навыков по решению проблемы защиты изоляции электроустановок и систем, линий электропередачи от грозовых и внутренних перенапряжений при проектировании и эксплуатации объектов систем электроэнергетики.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Изоляция и перенапряжения» относится к общепрофессиональным дисциплинам и обеспечивает подготовку студентов к производственной деятельности в условиях технической эксплуатации электрооборудования в промышленности, энергосистемах и занимающихся вопросами проектирования, монтажа, ремонта, эксплуатации электротехнического оборудования и электроснабжения.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-2 Способен осуществлять мониторинг технического состояния воздушных линий электропередачи | Знает: классификацию и общую характеристику перенапряжений и средств защиты от них; грозовые перенапряжения; молниезащиту линий электропередачи, электрических станций и подстанций; молниезащиту электрических машин высокого напряжения; квазистационарные перенапряжения; коммутационные перенапряжения; защитные аппараты; работу заземляющих систем в импульсном режиме; испытательные установки и методы проведения испытаний; методы и средства диагностики изоляции электроэнергетического оборудования<br>Умеет: оценивать влияние перенапряжений на электрические сети, электрооборудование станций и подстанций; анализировать схему |

| | |
|---|---|
| | электрической сети, электрической станции с точки зрения возникновения в ней перенапряжений; оценивать амплитуду и вероятность возникновения перенапряжений, а также вероятность набегания электромагнитной волны с воздушных линий электропередачи на оборудование электрических станций и подстанций; рассчитывать число грозовых отключений линий электропередачи; определять показатели надежности молниезащиты распределительных устройств электрических станций и подстанций; выбирать систему молниеотводов и рассчитывать зоны молниезащиты электрических станций и подстанций, линий электропередачи; рассчитывать импульсные сопротивления систем заземления<br>Имеет практический опыт: работы со справочной литературой и нормативно–техническими материалами; работы с устройствами защиты от перенапряжений; выбора и проектирования средств защиты от грозовых и внутренних перенапряжений, выбора способов ограничения перенапряжений; эксплуатации изоляционных конструкций при воздействии перенапряжений; проведения диагностики изоляции электроэнергетического оборудования |
| ПК-4 Способен осуществлять планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций | Знает: использовать и выбирать основные типы и свойства электротехнических материалов для конкретных условий их применения; выбор схемэлектрических соединений электроснабжения, грозозащиты изоляции и ограничения перенапряжений в электотехнических установках, а также координацию изоляции электрооборудования<br>Умеет: понимать основные научно-технические проблемы и перспективы развития в области техники, системах электроснабжения и электрооборудования изоляции и перенапряжения<br>Имеет практический опыт: расчета простейших электроизоляционных конструкций и выбора требований для конкретного применения в электротехнических устройствах. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Общая энергетика,<br>Учебная практика, ознакомительная практика (4 семестр),<br>Производственная практика, эксплуатационная практика (8 семестр) | Не предусмотрены |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| Общая энергетика | Знает: применяет знания основтеории электромагнитного поля и цепейс распределенными параметрами, Основные системы преобразования энергии в системах теплоэнергетики; принципы работы и устройство основного оборудования тепловых гидравлических и атомных электростанций; термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок и законы передачи теплоты в них., устройство и способы прокладки воздушных линий электропередачи, Нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимыэксплуатации оборудования, закрепленных за подразделением, принципы построения и выбора кабельных линий электропередачи Умеет: анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов ивращающихся электрических машинразличных типов, использует знание ихрежимов работы и характеристик, Проводить теплодинамический анализ циклов тепловых двигателей, рассчитывать температурные поля для элементов их конструкций, а также теплоты сгорания топлив; разбираться в принципиальных тепловых схемах тепловых установок., производить выбор марки воздушных линий электропередачи, Планировать и организовывать работу подчиненного персонала, читать маркировку кабелей Имеет практический опыт: расчета выбора основных характеристик электрическихи электронных аппаратов, Термодинамического анализа рабочих процессов в теплотехнических установках, определения параметров их работы; основами расчета процессов теплообмена в твердых, жидких и газообразных веществах; знаниями по ресурсосберегающим технологиям в теплоэнергетике |
| Учебная практика, ознакомительная практика (4 семестр) | Знает: основы теорииэлектромеханического преобразованияэнергии и физические основы работыэлектрических машин, физическиеявления в электрических аппаратах иосновы теории электрических аппаратов, принципы разработки рабочейпроектной и технической документации;методические, нормативные ируководящие материалы, касающиесявыполняемой работы Умеет: использовать контрольно-измерительную технику для измерениясновных параметровэлектроэнергетических |

| | |
|---|---|
| | иэлектротехнических объектов, оформлять техническуюдокументацию в соответствии состандартами, техническими условиями идругими нормативными документами иподготавливать отчетность поустановленным формам Имеет практический опыт: проведения монтажно-наладочных работ и стандартныхиспытаний электроэнергетического иэлектротехнического оборудования исистем, разработкирабочей и технической документации |
| Производственная практика, эксплуатационная практика (8 семестр) | Знает: основы технологического процессаобъекта, нормативные документы, определяющие требования к выбору электрических схем электроэнергетических объектов, - "ПУЭ", "НТП подстанций напряжением 35-750 кВ.", "Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ.", принципы разработки рабочейпроектной и технической документации;методические, нормативные ируководящие материалы, касающиесявыполняемой работы, методики и правила техническойэксплуатации, техники безопасности приработе с электрооборудованием, правилапроведения пуско-наладочных работэлектроустановок Умеет: выбирать основные направленияразвития технологического процесса,находить и определять параметры основного оборудования электроэнергетики по справочным, каталожным, нормативным и др. документам., оформлять техническуюдокументацию в соответствии состандартами, техническими условиями идругими нормативными документами иподготавливать отчетность поустановленным формам, применять методы описания процессов в электроэнергетических системах, сетях и устройствах; – описывать объекты электроэнергетики с помощью математических моделей. Имеет практический опыт: организации и проведениямонтажных, регулировочных и пуско-наладочных работ, проведения испытанийи сдачи в эксплуатацию электроэнергетического иэлектротехнического оборудования, разработкирабочей и технической документации, проведения пуско-наладочных работ |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|---|---|---|
| | | Номер семестра |
| | | 9 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 |
| *Аудиторные занятия:* | 12 | 12 |
| Лекции (Л) | 8 | 8 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 4 | 4 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 89,75 | 89,75 |
| с применением дистанционных образовательных технологий | 0 | |
| выполнение РГР | 26 | 26 |
| выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию | 24 | 24 |
| подготовка к зачету | 22,75 | 22.75 |
| подготовка к лабораторной работе; | 17 | 17 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 6,25 | 6,25 |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Грозовые перенапряжения. Защита ВЛ от грозовых перенапряжений. Грозоупорность воздушных линий (ВЛ) | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | Молния как источник грозовых перенапряжений. Волновые процессы в ЛЭП | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | Защита электрических станций, подстанций и ВЛ от прямых ударов молнии | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 4 | Защитные аппараты и устройства | 4 | 2 | 2 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Раздел 1 Грозовые перенапряжения. Введение. Общая характеристика перенапряжений. Классификация перенапряжений. Характе- ристика электрических сетей напряжением 6-1150 кВ. Аварийность в электрических се- тях. Современное состояние молниезащиты электроустановок и линий электропередачи. Грозоупорность воздушных линий (ЛЭП). Влияние конструктивных параметров ВЛ на показатели ее грозоупорности. Влияние природно-климатических условий и особенностей трассы на грозоупорность ВЛ. Разряд- ные характеристики линейной изоляции. Расчет числа грозовых отключений ВЛ с тросом напряжением 110 кВ и выше. Расчет числа грозовых отключений ВЛ без троса. Определе- ние числа отключений при ударах молнии вблизи ВЛ. Эксплуатационные показатели гро- зоупорности ВЛ. | 2 |
| 2 | 2 | Молния как источник грозовых перенапряжений. Развитие молнии. Количественные характеристики разряда молнии. Интенсивность грозовой | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | деятельности. Грозопоражаемость воздушных линий. Волновые процессы в ЛЭП. Основные закономерности распространения электромагнитных волн. Эквивалентные схемы при волновых процессах. Набегание электромагнитных волн (ЭМВ) на шины под- станции. Прохождение ЭМВ через индуктивность, прохождение ЭМВ мимо емкости. Волновые процессы в многопроводной системе. Геометрический коэффициент связи. Рас- пространение ЭМВ по нескольким проводам одновременно. Индуктированные перенапряжения. Влияние импульсной короны на волновой процесс | |
| 3 | 3 | Защита электрических станций, подстанций и ВЛ от прямых ударов молнии. са. Задачи и критерии молниезащиты подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Принципы действия и конструктивное исполнение молниеотводов. Стержневые, сетчатые и тросовые молниеотводы. Зоны защиты молниеотводов. Условия безопасного прохожде- ния тока молнии по молниеотводу. Заземление молниеотводов, опор. Электрофизические характеристики грунта. Определение эквивалентного сопротивления неоднородного грун- та. Стационарные и импульсные сопротивления заземления. Расчет сопротивления зазем- ления (стационарного и импульсного) различных конструкций заземляющей системы.. | 2 |
| 4 | 4 | Защитные аппараты и устройства. Принцип действия защитных аппаратов. История развития защитных аппаратов: за- щитные промежутки, трубчатые и вентильные разрядники, ОПН. Вентильные разрядники, характеристики, конструктивное исполнение, группы вентильных разрядников, условия выбора вентильных разрядников. Комбинированные вентильные разрядники. Нелинейные ограничители перенапряжения (ОПН), конструкция, технические характеристики. Мето- дика выбора ОПН. Определение ожидаемого срока службы ОПН. Длинноискровые раз- рядники. | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 3 | Защита подстанций, электрических станций, ВЛ от прямых ударов мол- нии | 2 |
| 2 | 4 | Определение импульсного сопротивления заземления РУ, молниеотводов, опор | 2 |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|---|---|---|---|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| выполнение РГР | Пястолов, В. В. Перенапряжения в системах электроснабжения [Текст] : программа, контрол. задания и метод. указания / В. В. Пястолов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2011. | 9 | 26 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию | Пястолов, В. В. Перенапряжения в системах электроснабжения [Текст] : программа, контрол. задания и метод. указания / В. В. Пястолов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2011. | 9 | 24 |
| подготовка к зачету | Пястолов, В. В. Перенапряжения в системах электроснабжения [Текст] : программа, контрол. задания и метод. указания / В. В. Пястолов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2011. | 9 | 22,75 |
| подготовка к лабораторной работе; | Титков, В.В. Перенапряжения и молниезащита [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет), 2011. — 222 с | 9 | 17 |

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9 | Текущий контроль | Расчетно-графическое здание | 1 | 4 | За правильно выполненное РГР рачисляются баллы в зависимости от степени проработки задания и ответов на вопросы. Максимальный балл - 5. | зачет |
| 2 | 9 | Бонус | Контроль посещения | - | 4 | Максимальный балл назначается студентам, не пропустившим ни одного занятия. | зачет |
| 3 | 9 | Проме-жуточная аттестация | Зачетное занятие | - | 10 | Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10 | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| зачет | Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10 | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| ПК-2 | Знает: классификацию и общую характеристику перенапряжений и средств защиты от них; грозовые перенапряжения; молниезащиту линий электропередачи, электрических станций и подстанций; молниезащиту электрических машин высокого напряжения; квазистационарные перенапряжения; коммутационные перенапряжения; защитные аппараты; работу заземляющих систем в импульсном режиме; испытательные установки и методы проведения испытаний; методы и средства диагностики изоляции электроэнергетического оборудования | + | | + |
| ПК-2 | Умеет: оценивать влияние перенапряжений на электрические сети, электрооборудование станций и подстанций; анализировать схему электрической сети, электрической станции с точки зрения возникновения в ней перенапряжений; оценивать амплитуду и вероятность возникновения перенапряжений, а также вероятность набегания электромагнитной волны с воздушных линий электропередачи на оборудование электрических станций и подстанций; рассчитывать число грозовых отключений линий электропередачи; определять показатели надежности молниезащиты распределительных устройств электрических станций и подстанций; выбирать систему молниеотводов и рассчитывать зоны молниезащиты электрических станций и подстанций, линий электропередачи; рассчитывать импульсные сопротивления систем заземления | + | | + |
| ПК-2 | Имеет практический опыт: работы со справочной литературой и нормативно–техническими материалами; работы с устройствами защиты от перенапряжений; выбора и проектирования средств защиты от грозовых и внутренних перенапряжений, выбора способов ограничения перенапряжений; эксплуатации изоляционных конструкций при воздействии перенапряжений; проведения диагностики изоляции электроэнергетического оборудования | + | | + |
| ПК-4 | Знает: использовать и выбирать основные типы и свойства электротехнических материалов для конкретных условий их применения; выбор схемэлектрических соединений электроснабжения, грозозащиты изоляции и ограничения перенапряжений в электотехнических установках, а также координацию изоляции электрооборудования | | + | + |
| ПК-4 | Умеет: понимать основные научно-технические проблемы и перспективы развития в области техники, системах электроснабжения и электрооборудования изоляции и перенапряжения | | + | + |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ПК-4 | Имеет практический опыт: расчета простейших электроизоляционных конструкций и выбора требований для конкретного применения в электротехнических устройствах. | | + | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**Печатная учебно-методическая документация**

*а) основная литература:*

Не предусмотрена

*б) дополнительная литература:*

Не предусмотрена

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Изоляция и перенапряжения. Лабораторный практикум [Текст] : учеб. пособие: рек. ДВ РУМЦ / Н. В. Савина [и др.] ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун- та, 2008. - 204 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Изоляция и перенапряжения. Лабораторный практикум [Текст] : учеб. пособие: рек. ДВ РУМЦ / Н. В. Савина [и др.] ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун- та, 2008. - 204 с.

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---|---|---|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Титков, В.В. Перенапряжения и молниезащита [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет), 2011. — 222 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50598 |
| 2 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ | Пястолов, В. В. Перенапряжения в системах электроснабжения [Текст] : программа, контрол. задания и метод. указания / В. В. Пястолов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2011. - Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000502872 |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Техэксперт(30.10.2017)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---|---|---|
| Практические занятия и семинары | 108 (5) | В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point. |