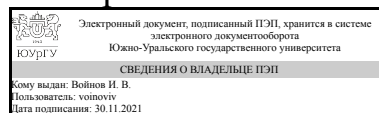


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



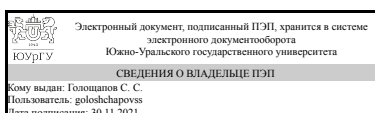
И. В. Войнов

## 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

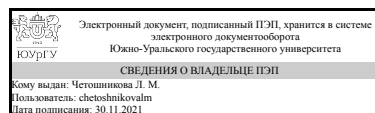
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

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



С. С. Голощапов

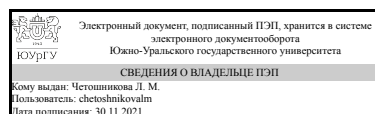
Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



Л. М. Четошникова

СОГЛАСОВАНО

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



Л. М. Четошникова

## 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 Умеет: оценивать влияние перенапряжений на электрические сети, электрооборудование станций и подстанций; анализировать схему

	<p>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</p> <p>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</p>
<p>ПК-4 Способен осуществлять планирование и контроль деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций</p>	<p>Знает: использовать и выбирать основные типы и свойства электротехнических материалов для конкретных условий их применения; выбор схем электрических соединений электроснабжения, грозозащиты изоляции и ограничения перенапряжений в электротехнических установках, а также координацию изоляции электрооборудования</p> <p>Умеет: понимать основные научно-технические проблемы и перспективы развития в области техники, системах электроснабжения и электрооборудования изоляции и перенапряжения</p> <p>Имеет практический опыт: расчета простейших электроизоляционных конструкций и выбора требований для конкретного применения в электротехнических устройствах.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

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

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

Дисциплина	Требования
Общая энергетика	<p>Знает: устройство и способы прокладки воздушных линий электропередачи, принципы построения и выбора кабельных линий электропередачи, Нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленных за подразделением, применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с 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. Умеет: производить выбор марки воздушных линий электропередачи, читать маркировку кабелей, Планировать и организовывать работу подчиненного персонала, анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов 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. Имеет практический опыт: расчета выбора основных характеристик электрических и 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</p>
Производственная практика, эксплуатационная практика (8 семестр)	<p>Знает: основы технологического процесса объекта, 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.", методики и правила технической эксплуатации, техники безопасности при работе с электрооборудованием, правила проведения пуско-наладочных работ электроустановок, принципы разработки</p>

	<p>рабочей проектной и технической документации; методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы. Умеет: выбирать основные направления развития технологического процесса, находить и определять параметры основного оборудования электроэнергетики по справочным, каталожным, нормативным и др. документам., применять методы описания процессов в электроэнергетических системах, сетях и устройствах; – описывать объекты электроэнергетики с помощью математических моделей., оформлять техническую документацию в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами и подготавливать отчетность по установленным формам. Имеет практический опыт: организации и проведения монтажных, регулировочных и пуско-наладочных работ, проведения испытаний и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования, проведения пуско-наладочных работ, разработки рабочей и технической документации.</p>
<p>Учебная практика, ознакомительная практика (4 семестр)</p>	<p>Знает: принципы разработки рабочей проектной и технической документации; методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы, основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин, физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов. Умеет: оформлять техническую документацию в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами и подготавливать отчетность по установленным формам, использовать контрольно-измерительную технику для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов. Имеет практический опыт: разработки рабочей и технической документации, проведения монтажно-наладочных работ и стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.</p>

#### 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	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,75	89,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
выполнение РГР	26	26	
подготовка к лабораторной работе;	17	17	
выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическому занятию	24	24	
подготовка к зачету	22,75	22,75	
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. Характеристика электрических сетей напряжением 6-1150 кВ. Аварийность в электрических сетях. 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. Разрядные характеристики линейной изоляции. Расчет числа грозовых отключений ВЛ с тросом напряжением 110 кВ и выше. Расчет числа грозовых отключений ВЛ без троса. Определение числа отключений при ударах молнии вблизи ВЛ. Эксплуатационные показатели грозоупорности 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. Распространение 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. 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 прохождения тока молнии по молниеотводу. Заземление молниеотводов, опор. Электрофизические характеристики грунта. Определение эквивалентного сопротивления неоднородного грунта. Стационарные и импульсные сопротивления заземления. Расчет сопротивления заземления (стационарного и импульсного) различных конструкций заземляющей системы..	2
4	4	Защитные аппараты и устройства. Принцип действия защитных аппаратов. История развития защитных аппаратов: защитные 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. Методика выбора ОПН. Определение ожидаемого срока службы ОПН. Длинноискровые разрядники.	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 молнии	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

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
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

## 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	Учитывается в ПА
1	9	Текущий контроль	Расчетно-графическое задание	1	4	За правильно выполненное РГР начисляются 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	Промежуточная 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 грозových 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 грозových 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 схем электрических соединений электроснабжения, грозозащиты изоляции и ограничения перенапряжений в электротехнических 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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50598">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50598</a>
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 : <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000502872">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000502872</a>

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.