

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра электрификации горно-  
металлургического производства  
(ЭГМП\_ПФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра электрификации горно-  
металлургического производства  
(ЭГМП\_ПФ)**

наименование кафедры

**Куликовский В.С.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ВНУТРЕННИЕ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ В  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

Дисциплина ФТД.02 Внутренние перенапряжения в электрических  
сетях

Направление подготовки / 21.05.04 Горное дело Специализация  
специальность 21.05.04.10 Электрификация и  
автоматизация горного производства

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

заочная

Год набора

2016

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

210000 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО,  
НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 21.05.04 Горное дело Специализация 21.05.04.10

Электрификация и автоматизация горного производства

Программу  
составили

канд. техн. наук, доцент, Меньшиков В.А.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Курс «Внутренние перенапряжения в электрических сетях» является основой циклов специальных электротехнических курсов по специализации «Электрификация и автоматизация горных работ».

Целью преподавания дисциплины является изучение условий работы и требований к изоляции, причин возникновения перенапряжений и их воздействие на изоляционные конструкции.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения данной дисциплины будущий специалист должен освоить виды электрической изоляции и напряжения, воздействующие на изоляцию; изучить электрические характеристики внутренней изоляции, условия старения изоляции;

освоить способы и методику испытания изоляции; ознакомиться с классификаций внутренних перенапряжений и причинами их возникновения; изучить методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений, методы и устройства, предназначенные для ограничения внутренних перенапряжений.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ПСК-10.1: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций</b>	
Уровень 1	Виды электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на электрооборудование закрытого и рудничного исполнения электрических сетей открытых, подземных, горных и горно-строительных работ.
Уровень 2	Электрические характеристики внутренней изоляции, причины старения изоляции и методы испытания изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных работ.
Уровень 3	Классификацию внутренних перенапряжений и причины их

	возникновения, методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы и устройства их эффективного ограничения в электротехнических системах горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных работ.
Уровень 1	Определять вид электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на электрооборудование закрытого и рудничного исполнения электрических сетей открытых, подземных, горных и горно-строительных работ.
Уровень 2	Определять электрические характеристики внутренней изоляции и причины ее старения, применять методы для испытания изоляции используемой в электротехнических системах горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных работ.
Уровень 3	Классифицировать внутренние перенапряжения и причины и возникновения, применять методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы их эффективного ограничения в электротехнических системах горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных работ.
Уровень 1	Навыками по определению отдельных видов электрической изоляции и факторов воздействующих на электрооборудование закрытого и рудничного исполнения электрических сетей открытых, подземных, горных и горно-строительных работ.
Уровень 2	Навыками по измерению электрических характеристик внутренней изоляции, по испытанию электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных работ.
Уровень 3	Навыками по применению методов для оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и их эффективного ограничения в электротехнических системах горных предприятий, включающих в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных работ.
<b>ПСК-10.2: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок</b>	
Уровень 1	Виды электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 2	Электрические характеристики внутренней изоляции, причины

	старения изоляции и методы испытания изоляции, используемой в системах защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 3	Классификацию внутренних перенапряжений и причины их возникновения, методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы и устройства их эффективного ограничения в в системах защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 1	Определять вид электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 2	Определять электрические характеристики внутренней изоляции и причины ее старения, применять методы для испытания изоляции используемой в системах защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 3	Классифицировать внутренние перенапряжения и причины и возникновения, применять методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы их эффективного ограничения в системах защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 1	Навыками по определению отдельных видов электрической изоляции и факторов воздействующих на системы защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 2	Навыками по измерению электрических характеристик внутренней изоляции, по испытанию электрической изоляции, используемой в системах защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
Уровень 3	Навыками по применению методов для оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и их эффективного ограничения в системах защиты и автоматики с искробезопасными цепями управления, а также комплексы обеспечения электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок.
<b>ПСК-10.3: способностью создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения, и их системы управления</b>	
Уровень 1	Виды электрической изоляции, используемой в электротехнических

	системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
Уровень 2	Электрические характеристики внутренней изоляции, причины старения изоляции и методы испытания изоляции, используемой в электромеханических комплексах машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
Уровень 3	Классификацию внутренних перенапряжений и причины их возникновения, методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы и устройства их эффективного ограничения в электромеханических комплексах машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
Уровень 1	Определять вид электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
Уровень 2	Определять электрические характеристики внутренней изоляции и причины ее старения, применять методы для испытания изоляции используемой в электромеханических комплексах машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
Уровень 3	Классифицировать внутренние перенапряжения и причины и возникновения, применять методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы их эффективного ограничения в электромеханических комплексах машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
Уровень 1	Навыками по определению отдельных видов электрической изоляции и факторов воздействующих на электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
Уровень 2	Навыками по измерению электрических характеристик внутренней изоляции, по испытанию электрической изоляции, используемой в электромеханических комплексах машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.

Уровень 3	Навыками по применению методов для оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и их эффективного ограничения в электромеханических комплексах машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащитного исполнения, и их системы управления.
<b>ПСК-10.4: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства</b>	
Уровень 1	Виды электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 2	Электрические характеристики внутренней изоляции, причины старения изоляции и методы испытания изоляции, используемой в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 3	Классификацию внутренних перенапряжений и причины их возникновения, методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы и устройства их эффективного ограничения в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 1	Определять вид электрической изоляции, используемой в электротехнических системах горных предприятий и основные факторы воздействующие на системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 2	Определять электрические характеристики внутренней изоляции и причины ее старения, применять методы для испытания изоляции используемой в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 3	Классифицировать внутренние перенапряжения и причины и возникновения, применять методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и методы их эффективного ограничения в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 1	Навыками по определению отдельных видов электрической изоляции и факторов воздействующих на системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 2	Навыками по измерению электрических характеристик внутренней изоляции, по испытанию электрической изоляции, используемой в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.
Уровень 3	Навыками по применению методов для оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений и их эффективного ограничения в системах автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Математика, физика, материаловедение, теоретические основы электротехники, электрические измерения, электрические и электронные аппараты, электрические машины.

Электроснабжение горных предприятий, автоматизированный электропривод машин и установок горного производства, автоматизация горных предприятий, электромагнитная обстановка и электромагнитная совместимость на подстанциях, средства и системы обеспечения электробезопасности на горных предприятиях.

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,33 (12)</b>	<b>0,33 (12)</b>
занятия лекционного типа	0,22 (8)	0,22 (8)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,11 (4)	0,11 (4)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3,56 (128)</b>	<b>3,56 (128)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>	<b>0,11 (4)</b>	<b>0,11 (4)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Виды электрической изоляции и напряжения, воздействующие на изоляцию	0,4000000 05960464	0	0	22	ПСК-10.1 ПСК-10.2 ПСК-10.3 ПСК-10.4
2	Электрические характеристики внутренней изоляции, старение изоляции	0,5	0,5	0	21	ПСК-10.1 ПСК-10.2 ПСК-10.3 ПСК-10.4
3	Испытание изоляции	1,1000000 089407	0	0	24	ПСК-10.1 ПСК-10.2 ПСК-10.3 ПСК-10.4
4	Классификация внутренних перенапряжений и причины их возникновения	2	0	0	18	ПСК-10.1 ПСК-10.2 ПСК-10.3 ПСК-10.4
5	Методы оценки и прогнозирования внутренних перенапряжений	1,5	2	0	25	ПСК-10.1 ПСК-10.2 ПСК-10.3 ПСК-10.4
6	Методы и устройства ограничения внутренних перенапряжений	2,5	1,5	0	18	ПСК-10.1 ПСК-10.2 ПСК-10.3 ПСК-10.4
Всего		8	4	0	128	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Общая характеристика внешней изоляции	0,2	0	0
2	1	Общая характеристика внутренней изоляции	0,2	0	0
3	2	Длительная прочность электрической изоляции	0,25	0	0
4	2	Кратковременная прочность электрической изоляции	0,25	0	0
5	3	Система контроля качества изоляционных конструкций и испытание изоляции повышенным напряжением	0,4	0	0
6	3	Метод частичных разрядов для оценки изоляции и неразрушающие методы контроля изоляции	0,2	0	0
7	3	Контроль изоляции по тангенсу диэлектрических потерь, методы контроля с использованием явления абсорбции, анализ трансформаторного масла	0,5	0	0
8	4	Коммутационные перенапряжения и причины их возникновения	0,5	0	0
9	4	Перенапряжения в сетях 6-10 кВ при дуговых замыканиях на землю	0,5	0	0

10	4	Коммутационные перенапряжения в режиме однофазного замыкания на землю	0,5	0	0
11	4	Резонансные и феррорезонансные перенапряжения	0,5	0	0
12	5	Методы оценки и прогнозирования коммутационных перенапряжений	0,5	0	0
13	5	Методы оценки и прогнозирования в режиме дугового однофазного замыкания на землю в сети 6-10 кВ	0,5	0	0
14	5	Методы прогнозирования феррорезонансных перенапряжений	0,5	0	0
15	6	Методы и устройства эффективного ограничения коммутационных перенапряжений	0,5	0	0
16	6	Методы и устройства эффективного ограничения перенапряжений в режиме дугового однофазного замыкания на землю	0,5	0	0
17	6	Методы и устройства ограничения перенапряжений при возникновении коротких замыканий в сетях 6-10 кВ	0,5	0	0
18	6	Методы и устройства эффективного ограничения феррорезонансных перенапряжений	0,5	0	0
19	6	Трансформация перенапряжений и средство их ограничения	0,5	0	0
Итого			8	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Определение срока службы внутренней изоляции	0,5	0	0
2	5	Оценка коммутационных перенапряжений	0,5	0	0
3	5	Оценка перенапряжений при дуговых однофазных замыканиях на землю	1	0	0
4	5	Оценка феррорезонансных перенапряжений	0,5	0	0
5	6	Выбор и обоснование рациональных устройств защиты от коммутационных перенапряжений	0,5	0	0
6	6	Выбор и обоснование рациональных методов и устройств защиты от дуговых перенапряжений	0,5	0	0
7	6	Выбор и обоснование рациональных методов и устройств защиты от феррорезонансных перенапряжений	0,5	0	0
Всего			4	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пингаль Ю.С., Ларионов В.П.	Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: Учеб. для электроэнерг. спец. вузов	Москва: Энергоатомиздат, 1986
Л1.2	Дмоховская Л.Ф., Ларионов В.П., Пингаль Ю.С., Разевиг Д.В., Рябкова Е.Я., Разевиг Д.В.	Техника высоких напряжений: учеб. для студентов электротехн. и электроэнергет. спец. вузов	Москва: Энергия, 1976
Л1.3	Кадомская К. П., Костенко М. В., Левинштейн М. Л., Ефремов И. А., Тиходеев Н. Н., Тиходеев Н. Н.	Перенапряжения и защита от них в воздушных и кабельных электропередачах высокого напряжения: учебник	Ленинград: Наука, Ленингр. отд-ние, 1988
Л1.4	Меньшиков В.А., Кузьмин С. В.	Методология исследования коммутационных перенапряжений в системах электроснабжения промышленных предприятий напряжением 6 (10) кВ и разработка мероприятий и средств по их ограничению: дис. ... канд. техн. наук	Красноярск, 2006
Л1.5	Заварыкин Б. С., Кузьмин Р. С., Меньшиков В. А., Павлов В. В., Кручек О. А.	Электроснабжение открытых горных работ: учебное пособие для студентов вузов по спец. "Горное дело"	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.6	Герасимов А. И., Кузьмин С. В.	Проектирование электроснабжения цехов обогатительных фабрик: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению (специальности) "Горное дело" (специализация "Электрификация и автоматизация горного производства")	Красноярск: СФУ, 2014
Л1.7	Степанчук К. Ф., Тиняков Н. А.	Техника высоких напряжений: учеб. пособие для электроэнерг. спец. вузов	Минск: Вышэйшая школа, 1982

Л1.8	Серов В. И., Щуцкий В. И., Ягудаев Б. М., Докукин А. В.	Методы и средства борьбы с замыканиями на землю в высоковольтных системах горных предприятий	Москва: Наука, 1985
Л1.9	Титков В. В.	Перенапряжения и молниезащита	Москва: Лань", 2016
Л1.1 0	Важов В.Ф., Лавринович В.А.	Техника высоких напряжений: Учебник	Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2018
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Зархи И. М., Мешков С.М., Халилов Ф.Х., Ефимова Б. В.	Внутренние перенапряжения в сетях 6- 35кВ	Ленинград: Наука, 1986
ЛЗ.2	Майнагашев Р. А., Кузьмин С. В.	Коммутационные перенапряжения в распределительных сетях 6 кв шахт и рудников и способ их эффективного ограничения: дис. ... канд. техн. наук	Красноярск, 2011

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

#### 9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	MathCad
9.1.2	MATLAB

#### 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

### **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся на специализированных стендах.