

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого  
О.Д.Асепчик

06.07.2015

Регистрационный № УД-55-10/уч.

ИЗОЛЯЦИЯ И ПЕРЕЦАПРЯЖЕНИЯ,

ИЗОЛЯЦИЯ И ПЕРЕЦАПРЯЖЕНИЯ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»

1-43 01 02 - «Электроэнергетические системы и сети»

2015

Учебная программа составлена на основе:

- образовательных стандартов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», рег. № ОСВО 1-43 01 03-2013; ОСВО 1-43 01 02,
- учебных планов первой степени высшего образования: специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», рег. № 1 43-1-19/уч. от 17.09.2013; рег. № 1 43-1-44/уч. от 21.09.2013; рег. № 1 43-1-39/уч. от 20.09.2013. 1 43-1-21/уч. 17.09.2013; 1 43-1-08/уч. 12.02.2014.

#### **СОСТАВИТЕЛИ:**

Г.О. Широков, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение»

#### **РЕЦЕНЗЕНТ:**

В.Н. Пестренко, начальник производственной лаборатории диагностики энергооборудования и качества электроэнергии филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго».

#### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Электроснабжение»

(протокол № 11 от 11.05.2015);

Научно-методическим советом Энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 30.06.2015); рег. № УДЭ-05-07/уч

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 8 от 4.06.15); рег. № 2015-056-184

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 01.07.2015) рег. № \_\_\_\_\_.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В курсе «Изоляция и перенапряжения в электроэнергетических системах» изучаются вопросы, относящиеся к конструированию, технологии изготовления, испытаниям и эксплуатации изоляции электрических установок и причинам возникновения перенапряжений в электрических сетях и методам их ограничения, т.е. координация изоляции.

Цель изучения дисциплины – изучение форм и величин перенапряжений и разработка способов их ограничения до уровней, при которых нарушения изоляционных элементов сетей становятся редким явлением, в той мере, в которой это диктуется технико-экономическими соображениями.

Задачами дисциплины являются:

- изучение видов воздействующих перенапряжений в электроэнергетических системах;
- изучение разновидностей изоляций электрических аппаратов и электрооборудования;
- изучение объектов и норм высоковольтных испытаний;
- изучение методов защиты электрооборудования от перенапряжений в электроэнергетических системах.

Учебная дисциплина «Изоляция и перенапряжения в электроэнергетических системах» взаимосвязана с такой учебной дисциплиной как «Конструкционные и электротехнические материалы».

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- устройство изоляции электроустановок;
- причины возникновения дуговых и коммутационных перенапряжений;
- методы защиты электрооборудования от дуговых и коммутационных перенапряжений;

должен уметь:

- использовать нормативные документы при выборе устройств защиты от перенапряжений;
- учитывать значения уровней внутренних и грозовых перенапряжений, воздействующих на изоляцию оборудования электрических систем при ее выборе;
- использовать необходимые средства для снижения перенапряжений;

должен владеть:

- современными методами расчета изоляционных конструкций внешней и внутренней высоковольтной изоляции, расчета возможных атмосферных и внутренних перенапряжений и выбора средств защиты для минимизации их возможных воздействий.

В рамках учебной программы требуются следующие академические, социально-личностные и профессиональные компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;

- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- уметь работать в команде;
- пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой для контроля правильности и качества монтажных операций;
- подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ электротехнического оборудования и систем автоматизации;
- понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом университета по специальности, трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах:

Специальность	Всего часов	Ауд. Часов	Зачётных ед.
1-43 01 03, дневная форма	88	48	2
1-43 01 03, заочная форма	88	10	2
1-43 01 03, заочная сокр. форма	88	10	2

Формы получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращённая.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Специальность: 1-43 01 03, дневная форма

Курс: 3

Семестр: 6

Лекции: 32 часа

Лабораторные занятия: 16 часов

Всего аудиторных: 48 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

*зачёт* в 6 семестре

Специальность: 1-43 01 03, заочная форма

Курс: 3,4

Семестр: 6,7

Лекции: 6 часов

Лабораторные занятия: 4 часа

Всего аудиторных: 10 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

*зачет* в 7 семестре

Специальность: 1-43 01 03, заочная сокращённая форма

Курс: 3

Семестр: 5,6

Лекции: 6 часов

Лабораторные занятия: 4 часа

Всего аудиторных: 10 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

*зачет* в 6 семестре

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах:

Специальность	Всего часов	Луд.Часов	Зачетных ед.
1-43 01 02, дневная форма	110	48	3

Форма получения высшего образования - дневная

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Специальность: 1-43 01 02, дневная форма

Курс: 3

Семестр: 6

Лекции: 32 часа

Лабораторные занятия: 16 часов

Всего аудиторных часов: 48 часов

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен в 6 семестре.



## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Модуль 1. Электрические разряды в газах

Тема 1.1. Электрическая прочность газовых промежутков. Пробивное напряжение газа в однородном поле. Закон Пашена. Условные самостоятельности разряда газа в неоднородном поле. Коронный разряд. Пробивное напряжение газа в резконеоднородном поле. Влияние полярности. Методы повышения электрической прочности газов

Тема 1.2. Разряды в газовых промежутках при импульсных напряжениях. Вольт-секундные характеристики. Генераторы стандартных импульсов. Полный и срезанный импульсы. 50 %-ное разрядное напряжение. Коронный разряд на линиях электропередачи. Потери на корону и радиопомехи. Применение полных расширенных и расщепленных проводов. Практическое применение коронного разряда в промышленности.

Тема 1.3. Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Разрядное напряжение опорных и проходных изоляторов. Разряд вдоль смоченной дождем или увлажненной поверхности изоляторов. Перекрытие гирлянды подвесных изоляторов высокого напряжения.

### Модуль 2. Изоляция воздушных линий, распределительных устройств и электрооборудования

Тема 2.1. Изоляторы высокого напряжения. Конструкции и характеристики изоляторов высокого напряжения. Распределение напряжения по гирлянде подвесных изоляторов и методы выравнивания этих напряжений.

Тема 2.2. Изоляция воздушных линий (ВЛ). Внешняя изоляция распределительных устройств. Внешняя изоляция в районах повышенного загрязнения. Экологические проблемы ВЛ.

Тема 2.3. Особенности внутренней изоляции и зависимость ее электрической прочности от времени воздействия напряжения. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции. Основные виды внутренней изоляции. Длительная электрическая прочность внутренней изоляции. Виды старения внутренней изоляции.

Тема 2.4. Кратковременная электрическая прочность внутренней изоляции. Тепловой и электрический пробой внутренней изоляции. Электрический пробой в бумажно-масляной и маслобарьерной изоляции. Допустимые рабочие напряженности для внутренней изоляции.

### Модуль 3. Перенапряжения в электрических системах и их ограничение

Тема 3.1. Молния как источник грозовых перенапряжений. Интенсивность и количественные характеристики молнии. Защита от прямых ударов молнии.

Тема 3.2. Грозозащита оборудования подстанций и вращающихся машин

Тема 3.3. Переходные процессы в обмотках трансформаторов при импульсных перенапряжениях. Защита изолированной нейтрали и разомкнутых

обмоток трансформаторов. Грозозащита комплексных подстанций и электрических машин.

Тема 3.4. Общая характеристика установившихся и коммутационных перенапряжений. ВП в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта. Перенапряжения при несимметричных коротких замыканиях. Феррорезонансные перенапряжения в электрических системах.

Тема 3.5. Коммутационные перенапряжения. КП при отключении симметричных и несимметричных к.з. Перенапряжение при отключении индуктивности и емкостей. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью. Заземление нейтрали через ДПР и токоограничивающий резистор.

Тема 3.6. Координация изоляции электрических систем. Координация и уровни изоляции воздушных линий и подстанционного оборудования

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**для специальностей 1-43 01 03, 1-43 01 02**  
**(Дневная форма получения образования)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Электрические разряды в газах							зачёт
1.1.	Электрическая прочность газовых промежутков	2			2			тест
1.2.	Разряды в газовых промежутках при импульсных напряжениях	4			2			тест
1.3.	Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика	2			2			тест
2.	Изоляция воздушных линий, распределительных устройств и электрооборудования							зачёт
2.1.	Изоляторы высокого напряжения	4			2			тест
2.2.	Изоляция воздушных линий	2						тест
2.3.	Особенности внутренней изоляции и зависимость ее электрической прочности от времени воздействия напряжения	2			2			тест
2.4.	Кратковременная электрическая прочность внутренней изоляции	2			2			тест
3.	Перенапряжения в электрических системах и их ограничение							зачёт
3.1.	Молния как источник грозовых перенапряжений	2						тест
3.2.	Грозовозщиты оборудования подстанций и вращающихся машин	2						тест
3.3.	Переходные процессы в обмотках трансформаторов при импульсных перенапряжениях	2						тест



1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.4.	Общая характеристика установленных и коммутационных перенапряжений.	2						тест
3.5.	Коммутационные перенапряжения	4			2			тест
3.6.	Координация изоляции электрических систем	2			2			тест
Итого		32			16			

Библиотека ГГТУ им. П.О.Скуридина

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(Заочная форма получения образования: полная/сокращённая)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Электрические разряды в газах							зачёт
1.1.	Электрическая прочность газовых промежутков	1/1			1/1			тест
1.3.	Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика	1/1			1/1			тест
2.	Изоляция воздушных линий, распределительных устройств и электрооборудования							зачёт
2.1.	Изоляторы высокого напряжения				1/1			тест
2.2.	Изоляция воздушных линий	1/1						тест
2.4.	Кратковременная электрическая прочность внутренней изоляции	1/1			1/1			тест
3.	Перенапряжения в электрических системах и их ограничение							зачёт
3.1.	Молния как источник грозовых перенапряжений	1/1						тест
3.5.	Коммутационные перенапряжения	1/1						тест
	Итого	6/6			4/4			

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Курганов В.В., Изоляция и перенапряжения в электроэнергетических системах: курс лекций по одноименной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 02 и 1-43 01 03 дневной и заочной форм обучения / В.В. Курганов; кафедра "Электроснабжение". - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010 – 93с.
2. Рыбаков Л.М., Халилов Ф.Х. Вопросы ограничения перенапряжения в сетях 6...35 кВ: Изд-во Краснояр. ун-та, 1991. – 152 с.
3. Степанчук Н.П., Техника высоких напряжений: учебн. пособие для электроэнергет. спец. вузов / Н.П. Степанчук. – Москва: высшая школа, 1982г.

## Дополнительная литература

4. Кужекин И.П., Ларионов В.П., Прохоров Е.Н. Молния и молниезащита. – М.: «Знак», 2003. 300 с. Ил.
5. Объем и нормы испытаний электрооборудования / Под общ. ред. Б.А. Алексеева, Ф.Л. Когана, Л.Г. Мамиконянца. – 6-е изд., с изм. и доп. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 256 с.
6. Рыбаков Л.М., Калявин В.П., Диагностирование оборудования систем электроснабжения. Монография – Йошкар-Ола, Марийское книжное изд-во, 1994. – 196 с.
7. Ушаков В.Я. Изоляция установок высоко напряжения. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 496 с. Ил.

## Электронные учебно-методические комплексы

1. Комплекс электронных тестов.
2. Широков Г.О. Изоляция и перенапряжения в электроэнергетических системах: электронный учебно-методический комплекс дисциплин / Г. О. Широков; кафедра "Электроснабжение". - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013, <http://elibr.gstu.by>.
3. Курганов В.В. Изоляция и перенапряжения в электроэнергетических системах: электронный учебно-методический комплекс дисциплин / В. В. Курганов. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 1 папка + 1 электрон. опт. диск.
4. Практическое пособие «Техника высоких напряжений» к лаб. работам для студентов специальности т. 01.01.00 «Электроэнергетика» / В.В. Курганов; - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2002.

*Список литературы собран в кн. / Фракожава 81.*

## Примерный перечень лабораторных занятий

1. Техника измерения напряжений при высоковольтных испытаниях.
2. Исследование пробивного напряжения воздушных промежутков в резконеоднородном поле.
3. Исследование электрических разрядов по поверхности твердого диэлектрика.

4. Изучение конструкций линейных изоляторов и исследование распределения напряжений по гирлянде подвесных изоляторов.
5. Исследование феррорезонансных перенапряжений в электрических сетях.
6. Методы испытания изоляции, основанные на явлении абсорбции.
7. Испытания изоляции электрооборудования повышенным напряжением.
8. Конструкции и характеристики защитных разрядников.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Конструкционные и электротехнические материалы	«Электроснабжение»		№11 от 11.05.2015

Заведующий кафедрой  
"Электроснабжение"



А.О. Добродей