



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Чайковский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**



С УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Н.В. Лобов

04 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Техника высоких напряжений
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроснабжение
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов знаний о фундаментальных закономерностях зажигания и развития электрических разрядов в диэлектрических средах, механизмах пробоя диэлектриков при воздействии сильных электрических полей, видах изоляции высоковольтного оборудования и методах контроля ее состояния, способах получения и измерения высоких напряжений, природе возникновения перенапряжений, и способов защиты от них.

Задачи учебной дисциплины

- изучение особенностей изоляции высоковольтного оборудования и явлений, возникающих при воздействии на него сильных электрических полей, перенапряжений, и защиты от них, способов получения и измерения высоких напряжений;
- формирование умения анализировать волновые процессы в линиях электропередачи, расчета и выбора элементов защиты высоковольтного электрооборудования, использовать уравнения, описывающие поведение заряженных частиц в электрических и магнитных полях;
- формирование навыков подбора элементов защиты высоковольтного оборудования, работы с высоковольтным испытательным оборудованием.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- корона на проводах ЛЭП;
- разрядники и ограничители перенапряжений;
- грозозащита линий электропередачи, подстанций и электрических машин;
- волновые процессы на ЛЭП;
- высоковольтные испытательные установки и измерение высоких напряжений

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
знает виды изоляции высоковольтного оборудования; способы получения и измерения высоких напряжений; физическую природу возникновения перенапряжений и способы защиты от них.	ИД-1 ПК-2.1 Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электро-энергетических установок различного назначения.	экзамен
	ИД-1 ПК-2.6 Знает правила технологического функционирования электроэнергетических систем; требования системы технического регулирования к системе электроснабжения; методики и правила проведения расчетов для проекта системы электроснабжения.	
умеет определять основные параметры электроразрядных процессов, выбирать оптимальные условия надежного функционирования изоляции	ИД-2 ПК-2.1 Умеет проектировать схемы, электротехнические и электро-энергетические установки.	Защита лабораторных работа
	ИД-2 ПК-2.6	

электрооборудования; использовать методы анализа, моделирования и расчетов режимов изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием физико-математического аппарата.	Умеет выбирать необходимые требования к функционированию системы электроснабжения; выбирать методики расчета для проекта системы электроснабжения; определять перечень оборудования для системы электроснабжения.	
владеет методами расчета перенапряжений в линейных и нелинейных электрических цепях; анализом режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками работы со справочной литературой и нормативно-техническими материалами	ИД-3 пк-2.1 Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок.	Рубежное тестирование
	ИД-3 пк-2.6 Владеет навыками формирования перечня оптимальных технических решений проектной документации системы электроснабжения; выполнения расчетов для проекта системы электроснабжения.	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	32	32
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	-	-
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа	-	-
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90
2. Промежуточная аттестация/контактная работа	36/8	36/8
Экзамен/контактная работа	36/8	36/8
Дифференцированный зачет	-	-
Зачет	-	-
Курсовой проект (КП)	-	-
Курсовая работа (КР)	-	-
Общая трудоемкость дисциплины	180	180

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основные понятия техники высоких напряжений	2	0	-	2
Тема 1. Виды изоляции, классы напряжений. Напряжения, воздействующие на изоляцию. Наибольшее рабочее напряжение. Режим работы нейтрали, его влияние на перенапряжения. Уровень изоляции. Координация изоляции.				
Разряды в газах. Электрическая прочность газовых диэлектриков.	2	4	-	14
Тема 2. Разряды в газах. Конфигурация электрических полей. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Критическое напряжение ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Закон Пашена. Разряд в неоднородных полях. Эффект полярности. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции (вольтсекундная характеристика - ВСХ).				
Коронный разряд	2	4	-	10
Тема 3. Корона на проводах ЛЭП. Потери энергии при коронировании. Формула Пика. Расщепление провода. Формула Майра. Формула Егоровой и Тиходеева. Практическое применение коронного разряда.				
Атмосферные перенапряжения. Развитие грозового разряда. Молниеотводы. Заземлители.	2	6	-	10
Тема 4. Развитие грозового разряда. Параметры разряда молнии. Тема 5. Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты. Молниеотводы. Зона защиты молниеотводов. Особенности конструктивного выполнения молниеотводов. Тема 6. Рабочее, защитное, грозозащитное заземление. Сосредоточенные и протяженные заземлители. Удельная электропроводность грунта. Конструктивное выполнение заземлителей. Измерение сопротивления заземлителя.				
Волновые процессы в линиях электропередачи.	2	4	-	10
Тема 7. Прохождение электромагнитной волны через узловую точку. Коэффициенты преломления и отражения. Эквивалентные схемы при волновых процессах. Тема 8. Прохождение электромагнитной волны через индуктивность. Прохождение электромагнитной волны мимо емкости.				
Грозозащита ЛЭП, подстанций и вращающихся	2	4	-	10

машин.				
<p>Тема 9. Общие принципы защиты ЛЭП. Индуктированные перенапряжения на ЛЭП. Прямой удар молнии в опору линии без тросов. Прямой удар молнии в опору линии с тросами. Прямой удар молнии в провод линии без тросов. Прямой удар молнии в трос в пролете. Защита ЛЭП 110-750кВ на металлических и железобетонных опорах. Защита ЛЭП 35-220кВ на деревянных опорах.</p> <p>Тема 10. Грозозащита подстанций. Допустимое расстояние между вентильным разрядником и защищаемым объектом. Грозозащита подстанций 3- 35 кВ. Грозозащита подстанций 110-500кВ. Грозозащита вращающихся машин. Схема защиты подстанций с вращающейся машиной при воздушных линейных подходах.</p>				
Высоковольтная изоляция. Внешняя изоляция воздушных ЛЭП и ОРУ.	1	4	-	4
<p>Тема 11. Высоковольтные изоляторы. Изоляция высоковольтных конденсаторов. Изоляция трансформаторов. Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин.</p> <p>Тема 12. Назначение, типы и характеристики изоляторов. Гирлянды изоляторов. Распределение напряжения по элементам гирлянды</p>				
Внутренние перенапряжения	2	4	-	10
<p>Тема 13. Классификация внутренних перенапряжений по условиям работы изоляции. Перенапряжение при отключении длинных ненагруженных линий. Перенапряжение при отключении ненагруженного трансформатора. Меры по ограничению перенапряжений.</p>				
Принципы защиты объектов от перенапряжений	1	-	-	10
<p>Тема 14. Разрядники. Назначение разрядников. Структура времени разряда. Вольт-секундные характеристики искрового промежутка. Ограничители перенапряжения нелинейные. Ограничение внутренних перенапряжений комбинированными магнитно-вентильными разрядниками, с помощью реактора. Конструктивное выполнение разрядников.</p>				
Высоковольтные испытательные установки и измерение высоких напряжений	2	2	-	10
<p>Тема 15. Генератор импульсных напряжений. Одноступенчатый ГИН. Связь параметров волны с параметрами схемы. Стандартная волна. Коэффициент использования ГИНа. Многоступенчатый ГИН, устройство и принцип работы.</p> <p>Тема 16. Генератор постоянного напряжения: назначение, устройство, принцип работы. Схема</p>				

<p>удвоения напряжения. Каскадный генератор постоянного напряжения.</p> <p>Тема 17. Испытательные трансформаторы. Каскадное включение трансформаторов.</p> <p>Тема 18. Измерение высоких напряжений. Шаровые разрядники: измерение постоянного, переменного и импульсного напряжений. Делители напряжения. Электростатические вольтметры. Генерирующие вольтметры.</p>				
ИТОГО по дисциплине	18	32	-	90

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Разряды в газах.
2	Корона на проводах ЛЭП при переменном напряжении.
3	Молниеотводы.
4	Заземлители.
5	Волновые процессы в линиях электропередачи.
6	Перенапряжения прямого удара молнии.
7	Изоляторы для ЛЭП и РУ.
8	Перенапряжения при отключении ненагруженных линий. Перенапряжение при отключении ненагруженного трансформатора.
9	Генератор импульсных напряжений (ГИН)

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Бочаров, Ю.Н. Техника высоких напряжений: учебное пособие / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. –264с.	2
2	Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник для бакалавров / Л.А. Бессонов.–11-е изд., перераб и доп.– М.: Издательство Юрайт,2013.–701с.	7
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Ковригин Л. А. Техника высоких напряжений : конспект лекций / Л. А. Ковригин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	10
2.2. Нормативно-технические издания		
	Не используются.	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используются.	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Не используются.	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы ЭБС	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов / И. М. Бортник [и др.]. - Москва: Издат. дом МЭИ, 2010.		ЭБД, 6 точек доступа
Основная литература	Техника высоких напряжений	http://elib.pstu.ru/docview/DocumentId=293	ЭБД, 6 точек доступа
Дополнительная литература	Куффель Е. Техника и электрофизика высоких напряжений : пер. с англ. : учебно-справочное руководство / Е. Куффель, В. Цаенгель, Дж. Куффель. - Долгопрудный: Интеллект, 2011		ЭБД, 6 точек доступа

6.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Библиотека электротехника и электроэнергетика;	http :// DjVu библиотeki - Библиотeki по электротехнике и электроэнергетике (narod.ru)
Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт;	http://docs.cntd.ru

6.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения	Microsoft Office 2007, Лицензия Microsoft Open License №42661567
Система для математических вычислений	SMath Studio in the Cloud, свободная
Программные комплексы RastrWin, RastrKZ.	свободная

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования	Количество единиц
Лекция	Рабочее место преподавателя.	1
Практическое занятие	Рабочие места обучающихся.	24
Лабораторная работа (ауд. 211)	Мультимедиа комплекс в составе мультимедиа проектор потолочного крепления, ноутбук, проекционный экран, аудиокolonки. Персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.	10
	Доска для написания мелом наглядно-демонстрационный материал.	1
	информационные стенды; учебно-наглядные пособия;	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе