

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра техники и электрофизики высоких напряжений

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН

к.э.н. Чернов С. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Физико-математические основы электроэнергетики

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

Курс: 4, семестры : 7 8

Факультет энергетики, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	7	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	6
2	Всего часов	0	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	32
4	Лекции, час.	2	6
5	Практические занятия, час.	0	4
6	Лабораторные занятия, час.	0	8
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	8
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		12
10	Самостоятельная работа, час.	0	182
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТЭВН, протокол заседания кафедры № 9 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Цуркан Н. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Лавров Ю. А.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Лыкин А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:
з7. знать основные физические процессы, протекающие в различных изоляционных средах
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь составлять расчетные схемы электрической системы, отражающие физическую картину электромагнитных переходных процессов в широком частотном диапазоне, и оценивать основные параметры переходных процессов в них
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
з5. знать режимы работы высоковольтного оборудования в нормальных и аварийных условиях его эксплуатации

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Физико-математические основы электроэнергетики</i>	
ПК.1.у1 уметь составлять расчетные схемы электрической системы, отражающие физическую картину электромагнитных переходных процессов в широком частотном диапазоне, и оценивать основные параметры переходных процессов в них	
1. Уметь составлять расчетные схемы электрической системы, адекватно отражающие физическую картину электромагнитных переходных процессов в широком частотном диапазоне, и оценивать основные параметры переходных процессов в них	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.з7 знать основные физические процессы, протекающие в различных изоляционных средах	
2. Знать основные физические процессы, протекающие в различных изоляционных средах электрооборудования ВН в нормальных и аварийных режимах его эксплуатации	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.з5 знать режимы работы высоковольтного оборудования в нормальных и аварийных условиях его эксплуатации	
3. Знать режимы работы высоковольтного оборудования в нормальных и аварийных условиях его эксплуатации	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 7			
Дидактическая единица: Установочная лекция			
9.	0	2	
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Электрическая прочность			

1. Электрическая прочность газообразных диэлектриков (воздух, вакуум, элегаз) при различных видах действующего напряжения. Основные характеристики электрической прочности. Формы электрического разряда. Коронный разряд на переменном и импульсном напряжении и процессы, ему сопутствующие (потери энергии, радиопомехи и методы их снижения). Использование коронного разряда в электрофильтрах и технологических установках	0	0,5	2
2. Электрическая прочность жидких, твердых и комбинированных диэлектриков. Кратковременная и длительная электрическая прочность изоляционных промежутков. Факторы, влияющие на электрическую прочность различных диэлектрических сред. Частичные разряды, их количественные характеристики. Понятие ресурса изоляции.	0	0,5	2
Дидактическая единица: Коронный разряд			
1. Корона на проводах ВЛ при постоянном и переменном напряжении	0	0,5	2
Дидактическая единица: Импульсная корона			
6. Импульсная корона, влияние импульсной короны на фому грозового импульса	0	0,5	2
Дидактическая единица: Потери энергии на корону			
7. Потери энергии на корону при переменном и постоянном напряжении. Меры борьбы с коронным разрядом на проводах ВЛ.	0	0,5	2
Дидактическая единица: Дугогасящие среды			
3. Дуговой разряд. Физическая картина горения дуги в открытых и замкнутых объемах. Основные физические особенности дугового разряда в сжатом воздухе, вакууме, элегазе и масле. Способы гашения электрической дуги постоянного и переменного тока. Восстановление электрической прочности межконтактного промежутка в процессе гашения электрической дуги в воздушных, вакуумных, элегазовых и масляных выключателях	0	0,5	2, 3
Дидактическая единица: Восстановление электрической прочности дугового промежутка			
8. Восстановление электрической прочности дуговых промежутков в искровых промежутках разрядников и межконтактных промежутках высоковольтных выключателей	0	0,5	3
Дидактическая единица: Схемы замещения			
7. Математическое моделирование элементов электрических сетей при различных частотных спектрах переходных процессов. Схемы замещения воздушных и кабельных линий, силовых трансформаторов, крупных электрических машин в виде элементов с сосредоточенными параметрами, П и Т-схем и в виде элементов с распределенными параметрами. Волновые процессы в обмотках трансформаторов и электрических машин при воздействии импульсов напряжения различной длительности	0	0,5	3
Дидактическая единица: Инженерные методы оценки			

4. Электромагнитные переходные процессы и их характеристики. Сверхтоки и перенапряжения. Энергетический подход к анализу переходных процессов. Упрощенные и полные математические модели для исследования милли- и микросекундных переходных процессов в сетях высокого напряжения	0	0,5	1
Дидактическая единица: Волновые процессы			
6. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	0	1,5	1

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Электрическая прочность				
3. Электрическая прочность газообразных диэлектриков (воздух, вакуум, элегаз) при различных видах действующего напряжения. Основные характеристики электрической прочности. Формы электрического разряда. Коронный разряд на переменном и импульсном напряжении и процессы, ему сопутствующие (потери энергии, радиопомехи и методы их снижения). Использование коронного разряда в электрофильтрах и технологических установках	1	0,5	2	Разряд в воздухе при переменном и постоянном напряжении
9. Электрическая прочность газообразных диэлектриков (воздух, вакуум, элегаз) при различных видах действующего напряжения. Основные характеристики электрической прочности. Формы электрического разряда. Коронный разряд на переменном и импульсном напряжении и процессы, ему сопутствующие (потери энергии, радиопомехи и методы их снижения). Использование коронного разряда в электрофильтрах и технологических установках	1	0,5	2	Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика

10. Электрическая прочность газообразных диэлектриков (воздух, вакуум, элегаз) при различных видах действующего напряжения. Основные характеристики электрической прочности. Формы электрического разряда. Коронный разряд на переменном и импульсном напряжении и процессы, ему сопутствующие (потери энергии, радиопомехи и методы их снижения). Использование коронного разряда в электрофильтрах и технологических установках	1	0,5	2	Исследование импульсной электрической прочности воздушных промежутков
Дидактическая единица: Коронный разряд				
2. Корона на проводах ВЛ при постоянном и переменном напряжении	1	1	2	Характеристики короны на проводах при переменном напряжении
Дидактическая единица: Схемы замещения				
11. Математическое моделирование элементов электрических сетей при различных частотных спектрах переходных процессов. Схемы замещения воздушных и кабельных линий, силовых трансформаторов, крупных электрических машин в виде элементов с сосредоточенными параметрами, П и Т-схем и в виде элементов с распределенными параметрами. Волновые процессы в обмотках трансформаторов и электрических машин при воздействии импульсов напряжения различной длительности	1	4	1	Исследование переходных процессов в цепях с сосредоточенными параметрами
Дидактическая единица: Инженерные методы оценки				
13. Электромагнитные переходные процессы и их характеристики. Сверхтоки и перенапряжения. Энергетический подход к анализу переходных процессов. Упрощенные и полные математические модели для исследования милли- и микросекундных переходных процессов в сетях высокого напряжения	1	0,5	1	Исследование переходных процессов в схемах с распределенными параметрами
Дидактическая единица: Волновые процессы				

12. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	1	0,5	1	Анализ влияния различных факторов на первичные и волновые параметры ВД
15. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	1	0,5	1	Исследование переходных процессов в схемах с распределенными параметрами

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Потери энергии на корону				
11. Потери энергии на корону при переменном и постоянном напряжении. Меры борьбы с коронным разрядом на проводах ВЛ.	0	0,5	2	Расчет среднегодовых потерь энергии на корону на заданной ВЛ.
Дидактическая единица: Инженерные методы оценки				
5. Переходные процессы в простейших электрических контурах с сосредоточенными параметрами при воздействии ЭДС произвольной формы. Инженерные формулы для оценки максимально возможных значений токов и напряжений	0	0,5	1	Расчет установившегося режима в контуре второго порядка при включении постоянной э.д.с. Оценка характера переходного процесса в и максимальных значений токов и напряжений в заданном контуре.

8. Электромагнитные переходные процессы и их характеристики. Сверхтоки и перенапряжения. Энергетический подход к анализу переходных процессов. Упрощенные и полные математические модели для исследования милли- и микросекундных переходных процессов в сетях высокого напряжения	0	0,5	1	Расчет установившегося режима в контуре второго порядка при включении переменной э.д.с. Оценка максимальных значений токов и напряжений в заданном контуре.
Дидактическая единица: Волновые процессы				
6. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	0	0,5	1	Расчет погонных и волновых параметров трехфазной ВЛ без потерь.
7. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	0	0,5	1	Влияние тросов (заземленных и незаземленных) на первичные и волновых параметры ВЛ

9. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	0	0,5	1	Правило эквивалентной волны. Составление расчетных схем узлов, соединенных линиями с распределенными параметрами.
10. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	0	0,5	1	Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами.
13. Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на волновые параметры и распространение волн в n-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов)	0	0,5	1	Расчет напряжений в узлах подстанции при приходе полных и срезанных волн грозового происхождения

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
---	-----------------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------

Семестр: 8				
1	Выполнение РГЗ.	2, 3	62	4
Выполнение и подготовка к защите РГЗ.: Электрофизические основы электроэнергетики : Метод. указ. к лаб. работам для студ. уровня подготовки бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост.: А. А. Клейн, Н. В. Щеглов. - Новосибирск, 1998. - 40 с. : ил. Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к лабораторным работам	1, 2	50	2
Закрепление теоретических знаний по исследуемым вопросам. : Электрофизические основы электроэнергетики : Метод. указ. к лаб. работам для студ. уровня подготовки бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост.: А. А. Клейн, Н. В. Щеглов. - Новосибирск, 1998. - 40 с. : ил. Электромагнитные переходные процессы в схемах с сосредоточенными и распределенными параметрами : методические указания к лабораторному практикуму по курсу "Физико-математические основы электроэнергетики" для 3 курса факультета энергетики (подготовка бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. А. Лавров, Н. В. Цуркан]. - Новосибирск, 2001. - 49 с. : схемы, табл. Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к практическим занятиям	2	30	2
Закрепление теоретических знаний по исследуемым вопросам: Электромагнитные переходные процессы в схемах с сосредоточенными и распределенными параметрами : методические указания к лабораторному практикуму по курсу "Физико-математические основы электроэнергетики" для 3 курса факультета энергетики (подготовка бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. А. Лавров, Н. В. Цуркан]. - Новосибирск, 2001. - 49 с. : схемы, табл. Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к экзамену	1	40	4
Подготовка ответов на вопросы экзаменационных билетов.: Электрофизические основы электроэнергетики : Метод. указ. к лаб. работам для студ. уровня подготовки бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост.: А. А. Клейн, Н. В. Щеглов. - Новосибирск, 1998. - 40 с. : ил. Электромагнитные переходные процессы в схемах с сосредоточенными и распределенными параметрами : методические указания к лабораторному практикуму по курсу "Физико-математические основы электроэнергетики" для 3 курса факультета энергетики (подготовка бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. А. Лавров, Н. В. Цуркан]. - Новосибирск, 2001. - 49 с. : схемы, табл. Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.2; ПК.1;
Формируемые умения: з7. знать основные физические процессы, протекающие в различных изоляционных средах ; у1. уметь составлять расчетные схемы электрической системы, отражающие физическую картину электромагнитных переходных процессов в широком частотном диапазоне, и оценивать основные параметры переходных процессов в них		
Краткое описание применения:		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана."		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 8		
<i>Лабораторная:</i>	26	32
Контролирующие материалы приводятся в "Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия:</i>	7	7
Контролирующие материалы приводятся в "Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана."		
<i>РГЗ:</i>	7	21
Контролирующие материалы приводятся в "Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана."		
<i>Экзамен:</i>	10	40
Контролирующие материалы приводятся в "Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.2	з7. знать основные физические процессы, протекающие в различных изоляционных средах	+	+
ПК.1	у1. уметь составлять расчетные схемы электрической системы, отражающие физическую картину электромагнитных переходных процессов в широком частотном диапазоне, и оценивать основные параметры переходных процессов в них	+	+

ПК.6	з5. знать режимы работы высоковольтного оборудования в нормальных и аварийных условиях его эксплуатации		+
-------------	---	--	---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Куффель Е. Техника и электрофизика высоких напряжений : [учебно-справочное руководство] / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель ; пер. с англ. С. М. Смольского ; под ред. И. П. Кужекина. - Долгопрудный, 2011. - 517, [2] с. : ил., табл.

Дополнительная литература

1. Физико-математические основы техники и электрофизики высоких напряжений : [учебное пособие для вузов] / [В. В. Базуткин и др.] ; под ред. К. П. Кадомской. - М., 1995. - 414, [1] с. : ил.

2. Клейн А. А. Электрофизические основы электроэнергетики : учебное пособие [для 3 курса факультета энергетики по направлению 551700 "Электроэнергетика"] / А. А. Клейн, Н. В. Щеглов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2001. - 94 с. : ил.

3. Электрофизические основы техники высоких напряжений : [учебник для вузов по направлению подготовки "Электроэнергетика"] / И. М. Бортник [и др.] ; под общ. ред. И. П. Верещагина. - М., 2010. - 702, [1] с. : ил., граф., схемы

4. Кадомская К. П. Волновые процессы и перенапряжения в электрических сетях : сборник задач для 3 и 4 курсов фак. энергетики (спец. 18. 04) дн. отд. / К. П. Кадомская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1994. - 88 с. : ил.

5. Кадомская К. П. Перенапряжения в энергосистемах. Ч. 1. Волновые процессы в ВЛ и КЛ : Учеб. пособие для IV-V курсов ЭЭФ (спец. 0302, 0314) дневного отд-ния. - Новосибирск, 1980. - 100 с.

6. Кадомская К. П. Перенапряжения в энергосистемах. Ч. 1. Волновые процессы в ВЛ и КЛ : Учеб. пособие для IV-V курсов ЭЭФ (спец. 0302, 0314) дневного отд-ния. - Новосибирск, 1980. - 100 с.

7. Долгинов А. И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике : Учеб. пособие для вузов. - М., 1968. - 464 с.

8. Электромагнитные переходные процессы в схемах с сосредоточенными и распределенными параметрами : методические указания к лабораторному практикуму по курсу "Физико-математические основы электроэнергетики" для 3 курса факультета энергетики (подготовка бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. А. Лавров, Н. В. Цуркан]. - Новосибирск, 2001. - 49 с. : схемы, табл.

9. Электрофизические основы электроэнергетики : Метод. указ. к лаб. работам для студ. уровня подготовки бакалавров по направлению 551700 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост.: А. А. Клейн, Н. В. Щеглов. - Новосибирск, 1998. - 40 с. : ил.

10. Кучинский Г. С. Техника высоких напряжений. Разряды в жидких и твердых диэлектриках : учебное пособие / Г. С. Кучинский ; Ленингр. политехн. ин-т им. М. И. Калинина. - Л., 1981. - 78 с. : ил.

11. Кадомская К. П. Физико-математические основы техники и электрофизики высоких напряжений : (Методы исследования волновых процессов в воздуш. линиях электропередачи): Конспект лекций для 3 курса электротехн. фак. (спец. 18.04) дневного отделения / К. П. Кадомская; Новосиб. электротехн. ин-т. - Новосибирск, 1992. - 65 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Цуркан Н. В. Физико-математические основы электроэнергетики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. В. Цуркан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208797. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD 14

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	ОСЦИЛЛОГРАФ	Для измерения
2	Осциллограф GDS-71102A (к.2,к.427)	Для измерения
3	Установка д/проведен.лаб.раб.	измерения
4	УСТАНОВКА импульсных.волн	лабораторная
5	УСТАНОВКА исслед.вентильных разрядников	разрядник
6	ТРАНСФОРМАТОР ИОМ-100/25	испытательная установка
7	ОСЦИЛЛОГРАФ С1-112/А	Для измерения
8	Комплект мультимедийного оборудования для лаборатории	для слайдов
9	Мультимедиа-проектор BenQ MP622	для слайдов
10	Осциллограф YOKOGAWA DL750	измерения
11	Компьютерный класс	для занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра техники и электрофизики высоких напряжений

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ” _____ _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы электрофизики в электроэнергетике

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы электрофизики в электроэнергетике приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ(Р))	Промежуточная аттестация (экзамен)
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	з7. знать основные физические процессы, протекающие в различных изоляционных средах	Импульсная корона, влияние импульсной короны на фому грозового импульса Корона на проводах ВЛ при постоянном и переменном напряжении Потери энергии на корону при переменном и постоянном напряжении. Меры борьбы с коронным разрядом на проводах ВЛ. Электрическая прочность газообразных диэлектриков (воздух, вакуум, элегаз) при различных видах действующего напряжения. Основные характеристики электрической прочности. Формы электрического разряда. Коронный разряд на переменном и импульсном напряжении и процессы, ему сопутствующие (потери энергии, радиопомехи и методы их снижения). Использование коронного разряда в электрофильтрах и технологических установках Электрическая прочность жидких, твердых и комбинированных диэлектриков. Кратковременная и длительная электрическая прочность изоляционных промежутков. Факторы, влияющие на электрическую прочность различных диэлектрических сред. Частичные разряды, их количественные характеристики. Понятие ресурса изоляции.	РГЗ, разделы 4,5	Экзамен, вопросы из дидактических единиц 1,2,3,4,5,6,
ПК.1/НИ способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	у1. уметь составлять расчетные схемы электрической системы, отражающие физическую картину электромагнитных переходных процессов в широком частотном диапазоне, и	Волновые процессы в воздушных и кабельных линиях. Волновые уравнения и их решения в форме бегущих волн. Правило эквивалентной волны. Отражение и преломление волн в узлах с сосредоточенными параметрами. Первичные и волновые параметры. Факторы, влияющие на	РГЗ, разделы 1,2,3	Экзамен, задачи из дидактических единиц 7,8,9

	оценивать основные параметры переходных процессов в них	волновые параметры и распространение волн в п-проводной системе (конструкция ВЛ и КЛ, частотный спектр исследуемого процесса, активное сопротивление земли и проводящих элементов, коронирование проводов) Электромагнитные переходные процессы и их характеристики. Сверхтоки и перенапряжения. Энергетический подход к анализу переходных процессов. Упрощенные и полные математические модели для исследования милли- и микросекундных переходных процессов в сетях высокого напряжения		
ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	35. знать режимы работы высоковольтного оборудования в нормальных и аварийных условиях его эксплуатации	Восстановление электрической прочности дуговых промежутков в искровых промежутках разрядников и межконтактных промежутках высоковольтных выключателей		Экзамен, вопросы из дидактических единиц 6,9

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.6/ПТ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.6/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое

содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра Техники и электрофизики высоких напряжений

Паспорт экзамена

по дисциплине «Физико-математические основы электроэнергетики», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет состоит из двух задач и пяти кратких теоретических вопросов и формируется по следующему правилу:

Первая задача формулируется из содержания 7 и 8 дидактических единиц. Вторая задача формулируется из содержания 8 и 9 дидактических единиц. Вопросы формулируются из содержания 1,2,3,4,5,6 дидактических единиц.

Дидактические единицы приведены в рабочей программе.

За правильное решение двух задач ставится 20 баллов, за правильные ответы на теоретические вопросы ставится 20 баллов. На экзамен отводится 120 минут.

Не допускается использование каких-либо пособий и электронных устройств во время ответов на тестовые задания. Сотовые телефоны должны быть выключены и убраны со столов.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Дисциплина Физико-математические основы электроэнергетики
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ____

1. Задача 1
2. Задача 2
3. Какие факторы необходимо учитывать при определении параметров ВЛ для расчета нормальных симметричных режимов работы ВЛ?
4. Как выглядят вольт-секундные характеристики промежутков с равномерным и неравномерным полем?
5. Как зависит электрическая прочность жидкой изоляции от давления и температуры?
6. Каким должно быть напряжение начала короны по сравнению с номинальным напряжением ВЛ?
7. Как выглядят кривые эффекта в промежутках с равномерным и неравномерным полем?

Составитель _____ Н.В.Цуркан

должность, ФИО

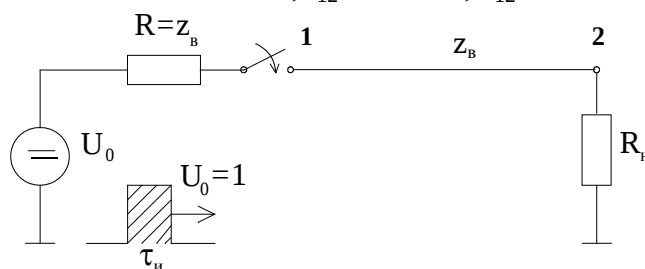
Утверждаю: зав. кафедрой _____
(подпись)

«_____» _____

Пример задачи для экзамена

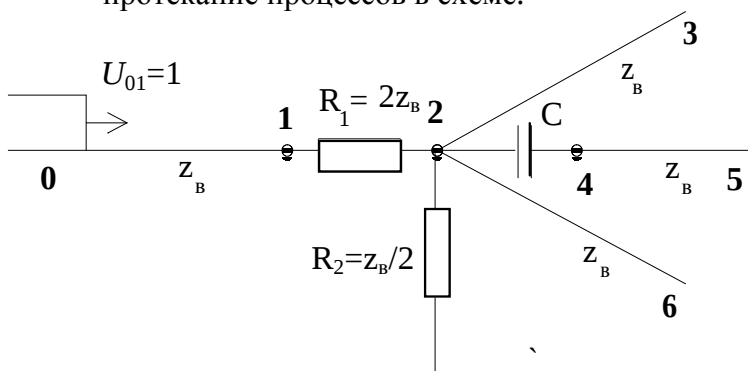
Задача 1

Нарисовать (в интервале времени 0...50 мкс) кривые изменения напряжения в начале, середине и конце линии при ее включении на прямоугольный импульс заданной длительности. $\tau_u \rightarrow \infty$ мкс, $l_{12} = 1800$ м, $v_{12} = 180$ м/мкс, $R_H = z/3_B$



Задача 2

Определить напряжения в узлах $U_i(t)$, содержащих элементы с сосредоточенными параметрами, а также отраженную и преломленные волны при использовании понятий коэффициентов преломления и отражения. $U_1(t)$ -? $U_2(t)$ -? $U_4(t)$ -? $U_{10}(t)$ -? $U_{23}(t)$ -? $U_{26}(t)$ -? $U_{45}(t)$ -? Определить постоянную времени T , характеризующую протекание процессов в схеме.



2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет от 0 до 19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от 20 до 29 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, проводит анализ причин, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 30 до 35 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы даёт правильные ответы, даёт правильные ответы при решении задач.
Оценка составляет от 36 до 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Физико-математические основы электроэнергетики»

1. Влияние различных факторов на погонные и волновые параметры ВЛ..
2. Элементарные процессы при электрических разрядах в газах.
3. Условие самостоятельности разряда
4. Разряды в равномерном поле.
5. Закон Пашена.
6. Разряды в неравномерном поле.
7. Влияние барьера на электрическую прочность разрядных промежутков.
8. Особенности разряда в длинных воздушных промежутках.
9. Статистические свойства разряда.
10. Вольт-секундные характеристики изоляционных промежутков.
11. Кривые эффекта.
12. Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика.
13. Коронный разряд на проводах ВЛ на постоянном и переменном напряжении.
14. Меры борьбы с короной на ВЛ различных классов напряжения.
15. Разряды в жидких диэлектриках.
16. Разряды в твердых диэлектриках.
17. Частичные разряды в газовых включениях.
18. Дуговой разряд.
19. Способы гашения дуги при постоянном и переменном напряжении.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Физико-математические основы электроэнергетики», 8
семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны сделать выбор оптимального шага расщепления проводов на заданной ВЛ и сделать расчёт среднегодовых потерь энергии на корону на заданной линии. Для этого необходимо сделать расчет матриц емкостных, активных и индуктивных погонных параметров трехфазной ВЛ с потерями по специально разработанной программе при учете различных факторов (частоты процессов, сопротивления грунта, наличия заземленных и изолированных тросов).

В рамках расчетно – графического задания студенты должны провести анализ влияния различных факторов на первичных и волновые параметры ВЛ на основе проведенных расчетов.

Обязательные структурные части расчетно-графической работы.

1. Заданная геометрия расположения проводов в пролете и заданная конструкция фазы линии
2. Расчет матриц емкостных, активных и индуктивных погонных параметров трехфазной ВЛ с потерями по специально разработанной программе при учете различных факторов (частоты процессов, сопротивления грунта, наличия заземленных и изолированных тросов) в рамках лабораторной работы.
3. Анализ влияния различных факторов на первичных и волновые параметры ВЛ на основе проведенных расчетов.
4. Выбор оптимального шага расщепления проводов на заданной ВЛ.
5. Расчет среднегодовых потерь энергии на корону на заданной линии.

Этапы выполнения.

1. Расчет емкостных, индуктивных погонных параметров и волновых параметров для прямой и нулевой последовательностей фаз трехфазной ВЛ с потерями и без учета потерь при учете различных факторов (частоты процессов, сопротивления грунта, наличия заземленных и изолированных тросов).
2. Написание пояснительной записки к расчетно-графической работе, отражающей все ее разделы и содержащей выводы по работе в целом.
3. Расчет оптимального шага расщепления проводов по критерию максимального напряжения начала короны на проводах на заданной ВЛ.
4. Защита РГР.

Оцениваемые позиции:

1. Выполнение РГЗ и оформление пояснительной записки.
2. Защита РГЗ.

2. Критерии оценки

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует сравнительная таблица полученных параметров ВЛ при учете различных факторов, не состоялась устная защита РГЗ, оценка составляет 0 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены с грубыми ошибками, при устной защите РГЗ даны ответы менее, чем на 50% вопросов или защита состоялась не в срок, оценка составляет от 0 до 15 баллов.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если допущены незначительные ошибки при выполнении РГЗ, при устной защите РГЗ даны ответы на большую часть вопросов, оценка составляет от 16 до 23 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если части РГЗ выполнены без ошибок, при устной защите РГЗ даны исчерпывающие ответы на вопросы, оценка составляет от 24 до 30 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ (Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Выполнение и защита РГЗ (Р) является обязательной частью допуска к экзамену. Максимальное количество баллов, полученное за РГЗ (Р), составляет 20% от максимальной общей оценки по дисциплине.

В п.6 рабочей программы дисциплины и приложении 1 приведено соответствие баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS.

4. Перечень вопросов к защите РГЗ (Р)

Теоретические вопросы

1. Как влияет учет потерь в земле и проводах ВЛ на емкостные погонные параметры трехфазной ВЛ.
2. Как влияет учет потерь в земле и проводах ВЛ на активные параметры трехфазной ВЛ.
3. Как влияет учет потерь в земле и проводах ВЛ на индуктивные погонные параметры трехфазной ВЛ.
4. Как влияет учет потерь в земле и проводах ВЛ на волновые параметры трехфазной ВЛ для нулевой последовательности фаз.
5. Как влияет учет потерь в земле и проводах ВЛ на волновые параметры трехфазной ВЛ для прямой последовательности фаз.
6. При расчете каких режимов можно не учитывать потери.
7. Какие преимущества у ВЛ с расщепленными проводами.