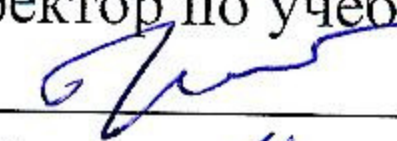


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Вологодский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 Тритенко А.Н.
« 18 » 11 2013г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техника высоких напряжений

Направление подготовки	140400.62-ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
Профиль подготовки	Электроснабжение
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	заочная
Факультет	заочного и дистанционного обучения
Кафедра	«Электроснабжение»

Вологда
2013 г.

Составитель рабочей программы
доцент, к.т.н., доцент
(должность, уч.степень, звание)


_____/Ананьев В.П./
(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Электроснабжение»
Протокол заседания № 4 от «23» октября 2013г.

Заведующий кафедрой «Электроснабжение»
«23» октября 2013г.

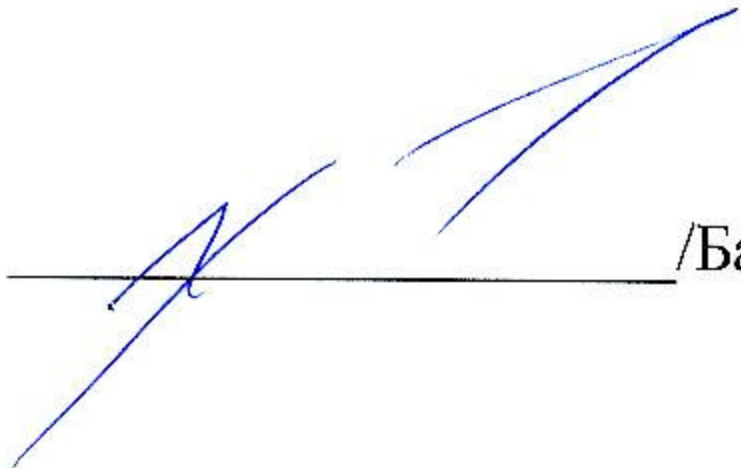

_____/Поздеев Н.Д./
(подпись)

Рабочая программа одобрена методическим советом электроэнергетического факультета

Протокол заседания № 2 от «14» 11 2013 г.

Председатель методического совета

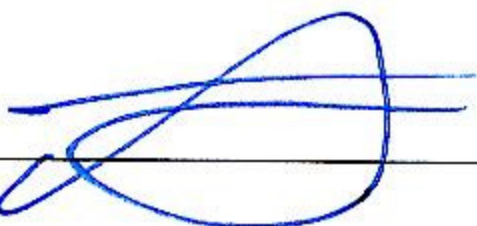
«14» 11 2013 г.


_____/Бабарушкин В.А./

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФЗДО

«15» 11 2013г.


_____/Швецов А.Н./

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины “Техника высоких напряжений” являются:

1. Овладение студентами знаниями в области ТВН.
2. Способность самостоятельно эксплуатировать, ремонтировать и испытывать современные высоковольтные электроустановки и электрооборудование.
3. Способность использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических объектов и систем и происходящих в них процессов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к профессиональному циклу ООП ВПО, изучается в 7-8 семестрах.

Для освоения данной дисциплины как последующей необходимо изучение следующих дисциплин ООП: математика; физика; ТОЭ; электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; электрические и электронные аппараты.

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

знать: теоретические основы электротехники; базовые представления об основных системах счисления; теории вероятностей; ряды; дифференциальное и интегральное исчисления; дифференциальные уравнения;

уметь: работать с персональным компьютером на уровне пользователя;

владеть: базовыми навыками работы в ОС Windows, LINUX, FREEDOS.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: физические процессы электрического пробоя в различных средах, формы самостоятельного разряда, основные виды изоляции и диэлектриков, методы, нормы и установки испытания изоляции оборудования высокого напряжения, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередач; (ПК- 2,3,14).

уметь: проводить приемосдаточные, профилактические и послеремонтные испытания изоляции электроустановок; создавать рабочие места для проведения испытаний; уметь использовать современные технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем; проверять техническое состояние и остаточный ресурс изоляции высоковольтного электрооборудования; составлять инструкции по эксплуатации, ремонту и испытанию оборудования высоковольтных электроустановок; монтировать, регулировать, испытывать и сдавать в эксплуатацию электроэнергетическое и электротехническое оборудование; (ПК-2,3,14,43).

владеть: навыками обобщения, анализа, постановки целей и их достижения; основами автоматизации; приемами создания компьютерных моделей; навыками написания простейших программ; методами теоретического и экспериментального исследования; (ПК-2,3).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 ЗЕТ (144 час.) по заочной форме обучения, в том числе в семестрах:

Семестр №	Трудоемкость					РПР, курсовая работа, курсовой проект	Форма промежуточной аттестации
	Всего		Аудиторная час.	СРС час.	Экз. час.		
	ЗЕТ	час.					
7,8	4	144	Всего – 16: лекций – 8 лаб.раб. – 8	119	9	контрольная работа	экзамен

Распределение результатов обучения и компетенций по семестрам, темам учебной дисциплины с указанием видов учебной деятельности и их содержания, образовательных технологий, последовательности учебных недель, трудоемкости, форм текущего контроля и промежуточных аттестаций представлено в соответствующей таблице.

№ п/п	Наименование темы	Кол-во недель	Трудоемкость							
			аудиторная работа, час				СРС, час			
			Всего	Лекции	Практ.	Лаб. раб.	Всего	Изучение мат-ла	КР, РГР, КПиКР	Текущий промежут. контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Тема 1: История развития ТВН. Работы российских и зарубежных ученых в области ТВН. Виды изоляции. Классификация перенапряжений. Режим нейтрали. Уровень изоляции. Понятие координации изоляции. Кратность перенапряжений.	8	0.5	0.5			30	10	контр. работа 20	Проверка, опрос
2	Тема 2: Внешняя изоляция. Ионизация газов. Ударная ионизация. Фотоионизация. Рекомбинация. Диффузия. Термоионизация. Уравнение Эйнштейна-Таунсенда. Коэффициент ударной ионизации. Электроположительные и электроотрицательные газы. Коэффициент эффективной ионизации.		1	1		4	10	10		Отчет, защита
3	Тема 3: Формы самостоятельного разряда в газе. Классификация электрических разрядов. Условие самостоятельности электрического разряда. Закон Пашена. Стримерная теория электрического разряда в газе. Катодный стример. Анодный стример. Особенности коронного разряда на постоянном и переменном напряжениях. Разряд в газе вдоль поверхности твердого диэлектрика. Условия загрязнения и увлажнения изоляторов. Основные характеристики гладких и ребристых изоляторов.		1	1		4	10	10		Отчет, защита
4	Тема 4: Лавина электронов. Вычисление количества электронов в голове лавины. Особенности лавинной теории электрического разряда в газе.		0.5	0.5			10	10		Проверка, опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Тема 5: Основные особенности внутренней изоляции. Твердые диэлектрики их свойства. Жидкие диэлектрики и их свойства. Виды пробоя жидких и твердых диэлектриков. Комбинирование диэлектриков. Основные этапы системы контроля качества. Испытания повышенным напряжением. Не разрушающие методы контроля. Испытания с малой вероятностью пробоя.		1	1			10	10		Проверка, опрос
5	Тема 6 : Высоковольтные испытательные трансформаторы. Высоковольтная каскадная схема. Генератор коммутационных перенапряжений. Генератор импульсных напряжений. Генератор импульсных токов. Испытательные установки постоянного напряжения. Высоковольтные измерения и измерительные устройства. Электростатические вольтметры Чернышева. Технические электростатические вольтметры. Шаровый измерительный разрядник. Пиковые вольтметры. Высоковольтные делители импульсных напряжений.		1	1			10	10		Проверка, опрос
	Тема 7: Определение электрической прочности многоэлементных изоляционных конструкций. Дифференциальная и интегральная кривые распределения. Кривая эффекта. Выбор испытательных напряжений. Учет множества изоляционных элементов при оценке и выборе характеристик электрической прочности изоляции.		1	1			10	10		Проверка, опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Тема 8: Преломление и отражение волн перенапряжений. : Правило эквивалентной волны (правило Петерсона). Особенности перехода: кабель-воздушная ЛЭП. Влияние типа и схемы подстанции на преломленную волну перенапряжения. Прохождение волн перенапряжений через узловую точку с емкостью или к узловой точке через индуктивность.		2	2			29	29		Проверка, опрос
	Итого:		16	8		8	119	99	20	Экзамен-9

* - последовательность недель может быть изменена в связи с изменением графика учебного процесса

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Темы, перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля и / или промежуточной аттестации

№ темы п/п	Тема, контрольные вопросы
7-8 семестр	
1.	Тема: Введение. Содержание и задачи курса. 1.1. Задачи, цель и предмет курса. 1.2. История развития ТВН. 1.3. Виды изоляции. 1.4. Классификация перенапряжений. 1.5. Режим нейтрали в электроустановках. 1.6. Уровень изоляции. 1.7 Координация изоляции. 1.8. Кратность перенапряжений.
2.	Тема: Внешняя изоляция. Воздух как основная компонента внешней изоляции. 2.1. Внешняя изоляция и ее особенности. 2.2. Ионизация газов. 2.3 Ударная ионизация. 2.4 Фотоионизация. 2.5 Рекомбинация. 2.5. Диффузия. 2.6. Термоионизация. 2.7. Уравнение Энштейна-Таунсенда. 2.8. Коэффициент ударной ионизации. 2.9. Электроположительные и электроотрицательные газы. 2.10. Коэффициент присоединения (прилипания). 2.11. Коэффициент эффективной ионизации. 2.12. Классификация электрических разрядов в газе. 2.13. Формы самостоятельного разряда в газе. 2.14. Условие самостоятельности электрического разряда в газе. 2.15. Закон Пашена. 2.16 Стримерная теория электрического разряда в газе. 2.17. Катодный и анодный стримеры. 2.18. Особенности коронного разряда на постоянном и переменном напряжениях. 2.19. Разряд в газе вдоль поверхности твердого диэлектрика. 2.20. Условия загрязнения и увлажнения изоляторов. 2.21. Основные характеристики гладких и ребристых изоляторов.
3.	Тема: Внутренняя изоляция 3.1. Основные особенности внутренней изоляции. 3.2. Твердые диэлектрики и их свойства. 3.3. Жидкие диэлектрики и их свойства. 3.4. Виды электрического пробоя жидких и твердых диэлектриков. 3.5. Комбинирование диэлектриков.
4.	Тема: Система контроля качества изоляции 4.1. Основные этапы системы контроля качества в РФ. 4.2. Испытания повышенным напряжением. 4.3. Не разрушающие методы контроля изоляции. 4.4 Испытания изоляции с малой вероятностью пробоя. 4.5. Не электрические методы контроля изоляции.
5.	Тема: Испытательные установки высокого напряжения 5.1. Высоковольтные испытательные трансформаторы. 5.2. Высоковольтная каскадная схема. 5.3. Генератор коммутационных перенапряжений. 5.4. Генератор импульсных напряжений. 5.5. Генератор импульсных токов. 5.6. Испытательные установки постоянного напряжения.
6	Тема: Изоляция высоковольтных электроустановок. Измерения в ТВН. 6.8. Высоковольтные измерения и измерительные устройства. 6.9. Электростатические вольтметры системы Чернышева. 6.10. Технические электростатические вольтметры. 6.11. Шаровый измерительный разрядник. 6.12. Пиковые вольтметры. 6.13. Высоковольтные делители импульсных напряжений.
7.	Тема: Статистическое распределение разрядных напряжений и их вероятность. 7.1. Определение электрической прочности многоэлементных изоляционных конструкций. 7.2. Дифференциальная и интегральная кривые распределения. Кривая эффекта. 7.3. Выбор испытательных напряжений. 7.4. Учет множества изоляционных элементов при оценке характеристик электрической прочности сложных изоляционных конструкций.
8.	Тема: Грозовые перенапряжения. Молния как источник грозовых перенапряжений.

8.1. Преломление и отражение волн перенапряжений. 8.2 Правило эквивалентной волны (правило Петерсона) 8.3 Особенности перехода: кабель - воздушная ЛЭП. 8.4. Влияние типа подстанции и ее схемы на амплитуду преломленной волны перенапряжения. 8.5. Влияние режима работы нагрузки на преломленную и отраженную волны перенапряжения. 8.6. Прохождение волн перенапряжений через узловую точку с параллельно включенной емкостью или к узловой точке через последовательно включенную индуктивность.

5.4. Контрольная работа

Трудоемкость - 20 час.

Цель контрольной работы состоит в приобретении навыков расчета перенапряжения на шинах узловой точки СЭС при падении на нее волны перенапряжения бесконечной длины. Примерная тематика: вычисление амплитуд преломленной и отраженной волн перенапряжений.

Примерный объем: 5-7 стр., шрифт Times New Roman 8, через 1,5 интервала.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ п/п	Библиографическое описание по ГОСТ	Кол-во экземпляров в библиоте- ке ВоГТУ	Наличие литературы на кафедре и других библиотеках
1	<u>Основная</u>		
	Костенко, М.В. Техника высоких напряжений / М.В. Костенко. - М.: Высш. шк., 1973. - 528с.	31	
2	Ларионов, В.П. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: учеб. для электро-энергет. спец. вузов / -3-е изд., Перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 463с.	14	
3	Базуткин, В.В. Перенапряжения в электрических системах и защита от них: учеб. для электроэнергет. спец. вузов / В.В. Базуткин, К.П. Кадомская, М.В. Костенко, Ю.А. Михайлов. - СПб.: Энергоатомиздат, 1995. - 319с.	10	
4	Разевиг, Д.В. Техника высоких напряжений: Учебн. Для вузов / Д.В. Разевиг. - 2-е изд., Перераб. и доп. - М.: Энергия, 1976. - 488с.	54	
5	Ларионов, В.П. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: учеб. Для энергет. и энергостроит. техникумов / В.П. Ларионов. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 296с.	17	
6	Аронов, М.А. Лабораторные работы по технике высоких напряжений: учеб. пособие для вузов / М.А. Аронов, Базуткин В.В., В.В. Борисоглебский. - 2-е изд., Перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1982. - 352с.	116	
7	Степанчук, К.Ф. Техника высоких напряжений: учеб. пособие для электроэнергет. спец. вузов / К.Ф. Степанчук, Н.А. Тиняков. 2-е изд., Перераб. и доп. - Минск: Вышэйшая школа, 1982. - 367с.	19	
8	Костюков Н.С. Электрические изоляторы / Н.С. Костюков. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 296с	-	
9	Александров, Г.Н. Проектирование линий электропередач сверхвысокого напряжения / Г.Н. Александров, Л.П. Петерсон. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 368с.	-	
10	Кучинский, Г.С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях / Г.С. Кучинский. - Л.: Энергия. 1979. - 224с.	-	
11	Правила устройства электроустановок: [Все действующие разделы ПУЭ-7]. - 7-е изд. - Новосибирск: Сиб. унив. Изд-во, 2007. - 510с.	2	
12	Кадомская, К.П. Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них: учеб. для электроэнергет. спец. вузов / К.П. Кадомская. - Новосибирск, изд-во НГТУ, 2004. - 421с.	-	

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ п/п	Библиографическое описание по ГОСТ	Кол-во экземпляров в библиотеке ВоГТУ	Наличие лите- ратуры на ка- федре и других библиотеках
1	<u>Основная</u> Костенко, М.В. Техника высоких напряжений / М.В. Костенко.- М.: Высш. шк.,1973.-528с.	32	
2	Ларионов, В.П. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: учеб. для электроэнергет. спец. вузов/ -3-е изд., Перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат,1986.-463с.	14	
3	Базуткин, В.В. Перенапряжения в электрических системах и защита от них: учеб. для электроэнергет. спец. вузов/ В.В. Базуткин, К.П. Кадомская, М.В. Костенко, Ю.А. Михайлов. – СПб.: Энергоатомиздат, 1995.-319с.	10	
4	Разевиг, Д.В. Техника высоких напряжений: Учебн. Для вузов / Д.В. Разевиг. – 2-е изд., Перераб. и доп. – М.: Энергия, 1976.-488с.	55	
5	Ларионов, В.П. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: учеб. Для энергет. и энергостроит. техникумов / В.П.Ларионов. – М.: Энергоатомиздат, 1982.- 296с.	19	
6	Аронов, М.А. Лабораторные работы по технике высоких напряжений: учеб. пособие для вузов / М.А. Аронов, Базуткин В.В., В.В. Борисоглебский. – 2-е изд., Перераб. и доп. – М.: Энергоиздат,1982. – 352с.	122	
7	Степанчук, К.Ф. Техника высоких напряжений: учеб. пособие для электроэнергет. спец. вузов / К.Ф. Степанчук, Н.А. Тиняков. 2-е изд., Перераб. и доп. – Минск: Высшейша школа, 1982. – 367с.	19	
8	Костюков Н.С. Электрические изоляторы / Н.С. Костюков. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 296с	2	
9	Александров, Г.Н. Проектирование линий электропередач сверхвысокого напряжения / Г.Н.Александров, Л.П.Петерсон. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 368с.	2	
10	Кучинский, Г.С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях / Г.С. Кучинский. - Л.: Энергия. 1979.- 224с.	2	
11	Правила устройства электроустановок: [Все действующие разделы ПУЭ-7]. – 7-е изд. – Новосибирск: Сиб. унив. Изд-во, 2007. – 510с.	2	

13	Проектирование электрических аппаратов: учеб. для вузов / Г.Н.Александров, [и др.]; под редакцией Г.Н. Александрова. – Л.: Энергоатомиздат, 1985.-446с.	1	
14	Электрические аппараты высокого напряжения: учеб. для вузов / Г.Н. Александров, Л.И. Афанасьев, В.В.Борисов, [и др.]; под ред. Г.Н. Александрова. 2-е изд. доп. СПб.: изд-во СПбГТУ, 2000. 502с.	-	
1	Методическая Техника высоких напряжений: методические указания к лабораторному практикуму: ЭЭФ, ФЗДО: специальность 140211 - Электроснабжение: направление 140400 - Электроэнергетика и электротехника: профиль "Электроснабжение" / сост. В. П. Ананьев. - Вологда: ВоГТУ, 2013. - 15 с.: ил., табл. Режим доступа: http://www.library.vstu.edu.ru/biblio/ananyev/book5/2013_ananyev_lv.pdf	15	
2	Техника высоких напряжений: метод. указания к лаборатор. практикуму: ЭЭФ, ФЗДО: специальность 140211: направление 140400 / сост. В. П. Ананьев. - Вологда : ВоГТУ, 2011. - 19 с.: ил. Режим доступа: http://www.library.vstu.edu.ru/biblio/ananyev/book1/2011_ananyev_tecn_lv.pdf	24	

Ответственный за библиографию

 А.А. Чонобеева

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Перечень основного оборудования	Нумерация тем
1	2	3
1.	Компьютер Р-IV 1 ГГц (12 шт)	1-8

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, а также с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профилю «Электроснабжение» и согласно учебному плану указанных направлений и профиля.