

Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
ГГТУ им. П.О. Сухого



О.Д. Асенчик

«30» 06 2016 г.

Регистрационный № УД-55-25 /уч.

## ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети»

2016

Учебная программа по дисциплине «Производство электроэнергии» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» ОСВО-1-43 01 02-2013 и учебными планами специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», рег. № 1-43-1-21/уч. от 13 сентября 2013г., 1-43-1-08/уч. 12.02.2014

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

А.Н. Бохан, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В.С. Захаренко, заведующий кафедрой «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П.О. Сухого, кандидат технических наук, доцент;

О.В. Лымарь, начальник производственной лаборатории диагностики электрооборудования и качества электроэнергии филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого  
(протокол № 12 от 17.05.2016 ); *29905-24/16*

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого (протокол № 9 от 30.05.2016 );

Научно-методическим советом учреждения образования Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

(протокол № 5 от 06.06.2016);

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Вступление.

Электрическая энергия претерпевает этапы генерирования, передачи, преобразования и потребления.

Дисциплина «Производство электроэнергии» формирует у студентов знания об этапе генерирования электрической энергии.

Целью изучения дисциплины является формирование знаний об электрических схемах и режимах работы электроустановок.

Задачами изучения дисциплины являются: усвоение принципов построения электрической части электростанций и подстанций, конструкций электрооборудования, главных схем соединений, систем собственных нужд, конструкций распределительных устройств, высоковольтных аппаратов, вспомогательных устройств; овладение методами проектирования электрических схем и выбора электрооборудования и аппаратов электростанций и подстанций с учетом их технико-экономических характеристик, требований энергосистем и экологических факторов.

При изучении дисциплины используются сведения, излагаемые в дисциплинах "Математика", "Физика", "Теоретические основы электротехники", "Электрические машины", "Электрические системы и сети", "Электромагнитные переходные процессы".

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- принципы работы электрооборудования электрических станций и подстанций, их характеристики и режимы работы;

- основные схемы электрических станций и подстанций;

- способы координации токов короткого замыкания;

уметь:

- составлять схемы электрических соединений электрических станций и подстанций;

- производить выбор электрических аппаратов;

- применять правила устройства электроустановок при проектировании электрической части электростанций и подстанций;

владеть:

- методикой выбора электрических аппаратов и токоведущих частей электрических станций и подстанций.

Учебная программа разработана на основе компетентного подхода, учета требований к формированию компетенций специалиста сформулированных в стандарте высшего образования первой степени по специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» ОСВО-1-43 01 02-2013.

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

- уметь применять базовые 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;
- пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой для контроля правильности и качества монтажных операций;
- подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении лабораторных работ;

Основными методами обучения, отвечающими цели изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебной деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на лекционных занятиях.

Теоретические занятия чередуются с лабораторными занятиями. Используется учебный портал в сети Интернет, мультимедийный проектор, комплексе электронных тестов, стенды для выполнения лабораторных работ. Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами умения работать с научной и технической литературой.

При изучении дисциплины рекомендуется контролируемая самостоятельная работа в виде прохождения электронных тестов на учебном портале университета.

Знания, навыки и умения, полученные при изучении данной дисциплины, используются студентами при выполнении курсового и дипломного проектов.

Общее количество часов, отводимое для изучения учебной дисциплины – 228 часов, в том числе аудиторных 128 часов. Трудоемкость учебной дисциплины – 6,0 зачетные единицы.

Форма получения высшего образования – дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам, формы текущей аттестации по учебной дисциплине приведены в таблице

Виды занятий и формы контроля	Дневное отделение
Курс	3,4
Семестр	6,7
Лекции (часов)	64
Практические занятия (часов)	32
Лабораторные занятия (часов)	32
Всего аудиторных часов	128
Экзамен (семестр)	7
Зачет	6
Курсовой проект (семестр)	7

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1

Общая характеристика электроэнергетических установок: показатели энергоэффективности; тепловые и технологические процессы электростанций; токоведущие конструкции и надежность электроустановок.

Тема 1.1 Введение. Предмет дисциплины, ее содержание и задачи. Основные понятия и определения. Общие сведения об электроустановках. Основные тенденции и показатели развития мировой энергетики. Сведения об энергетике Республики Беларусь в перспективах ее развития.

#### Тема 1.2

Основные типы электростанций; технологические и тепловые схемы получения электроэнергии на электростанциях разного типа.

#### Тема 1.3 Проводники и изоляторы в электроустановках

Расчетные условия выбора аппаратов и проводников по продолжительным режимам работы. Нагрев проводников токами коротких замыканий. Тепловой импульс КЗ и его определение. Термическая стойкость проводников и аппаратов. Электродинамическое взаимодействие проводников и электродинамическая стойкость проводников при коротких замыканиях. Электродинамические силы в трехфазной системе токов. Расчет жестких токоведущих конструкций на механическую прочность. Основные типы и конструкции проводников и шин. Высоковольтные кабели в электроустановках. Основные типы и конструкции изоляторов.

#### Тема 1.4

Надежность электроустановок: показатели надежности элементов электроэнергетических систем и методы расчета надежности. Пример расчета.

### Раздел 2

Основное оборудование высоковольтных электроустановок

#### Тема 2.1

Синхронные генераторы: основные параметры, характеристики, элементы конструкции. Системы охлаждения. Системы возбуждения синхронных генераторов и их характеристики. Автоматическое гашение магнитного поля. Включение генераторов на параллельную работу. Режимы работы генераторов. Устройства компенсации реактивной мощности.

#### Тема 2.2

Силовые трансформаторы: типы трансформаторов и их параметры, схемы и группы соединения трансформаторов, элементы конструкции. Системы охлаждения. Тепловые режимы трансформаторов и износ изоляции. Нагрузочная способность трансформаторов, ее учет при выборе трансформаторов. Эквивалентная температура окружающей среды. Автотрансформаторы. Эко-

номическая целесообразность применения автотрансформаторов. Режимы работы трехобмоточных автотрансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. Линейные регуляторы. Параллельная работы трансформаторов.

### **Раздел 3**

Режимы заземления нейтралей в электрических сетях.

#### **Тема 3.1**

Классификация сетей по способу заземления нейтрали. Незаземленные, резонансно - заземленные, резистивно-заземленные, эффективно и глухо-заземленные сети.

#### **Тема 3.2**

Область применения, векторные диаграммы и особенности режимов работы электрических сетей при различных способах заземления нейтрали. Контроль изоляции в сетях 6-35 кВ. Дугогасящие реакторы и их выбор. Расчет и выбор оборудования и аппаратов для резистивно-заземленной нейтрали.

### **Раздел 4**

Конструкции высоковольтных аппаратов и их выбор

#### **Тема 4.1 Высоковольтные коммутационные аппараты**

Отключение и включение электрических цепей высокого напряжения. Физические процессы в электрической дуге. Электрическая дуга при отключении постоянного тока. Электрическая дуга переменного тока. Восстанавливающееся напряжение на контактах выключателя. Влияние скорости восстановления напряжения на гашение дуги. Влияние аperiodической составляющей в отключаемом токе на процесс отключения. Основные способы гашения дуга в выключателях переменного тока.

Выключатели переменного тока. Назначение, параметры. Классификация. Масляные выключатели и принципы гашения дуги в них. Воздушные выключатели. Дугогасительные камеры поперечного и продольного воздушного дутья. Вакуумные выключатели. Элегазовые выключатели. Генераторные выключатели. Выключатели нагрузки. Перспективы развития выключатели разных типов. Приводы выключателей, конструкции и характеристики.

Разъединители – назначение, требования, параметры. Конструкции разъединителей. Короткозамыкатели и отделители. Приводы разъединителей, конструкции. Высоковольтные предохранители

#### **Тема 4.2 Электрические реакторы**

Классификация электрических реакторов в высоковольтных электроустановках. Токи короткого замыкания в энергосистемах и электрических сетях, средства их ограничения. Токоограничивающие реакторы: их характеристики, конструктивное исполнение и условия выбора.

#### Тема 4.3 Измерительные трансформаторы

Измерительные трансформаторы и их назначение. Трансформаторы тока. Характеристики, конструкции, схемы соединения. Трансформаторы напряжения. Назначение, классификация, характеристики, конструкции, схемы включения. Антирезонансные и емкостные трансформаторы напряжения. Система измерений на электростанциях и подстанциях.

#### Тема 4.4 Ограничители перенапряжений

Общая характеристика и способы ограничения внутренних перенапряжений в электроустановках. Основные типы и конструкции ограничителей перенапряжений. Сравнительный анализ характеристик разрядников и ОПН. Новые конструкции разрядников с искровыми промежутками.

#### Тема 4.5 Выбор высоковольтных аппаратов

Расчетные условия и выбор высоковольтных электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов, реакторов, предохранителей.

### Раздел 5

Схемы и конструкции распределительных устройств высокого напряжения

#### Тема 5.1

Главные схемы электрических соединений электростанций и подстанций. Схемы РУ и их классификация. Схемы распределительных устройств напряжением 110 кВ и выше: одиночная секционированная с обходной, схема с двумя системами рабочих шин и одной обходной; схема 3/2 и 4/3 выключателя на цель; кольцевые схемы. Подстанции и их классификация. Упрощенные схемы соединения подстанций.

Принципы построения главных схем электростанций. Принципиальная схема ТЭЦ с выдачей энергии на генераторном и повышенном напряжениях. Особенности главных схем АЭС и ГЭС.

Выбор трансформаторов в главных схемах электрических соединений станций и подстанций. Техничко-экономическое обоснование выбора схем соединений электростанций и подстанций.

#### Тема 5.2

Собственные нужды электростанций и подстанций. Потребители энергии собственных нужд электростанции. Основные виды привода механизмов собственных нужд электростанций. Требования к надежности электроснабжения электростанций. Принципы построения схем электроснабжения электроустановок собственных нужд тепловых электростанций. Схемы собственных нужд КЭС и ТЭЦ.

Особенности схем электроснабжения собственных нужд ГЭС. Схемы питания собственных нужд подстанций.

### Тема 5.3

Конструкции распределительных устройств и компоновка электростанций и подстанций и требования к ним. Закрытые и открытые распределительные устройства сборного типа. Комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки. Элегазовые комплектные распределительные устройства. Комплектные и модульные трансформаторные подстанции.

Размещение распределительных устройств на территории станций и подстанций. Компоновка электростанций и подстанций.

## Раздел 6

### Вторичные цепи в электроустановках

#### Тема 6.1

Системы сигнализации, контроля и управления на электростанциях и подстанциях. Принципы управления электроустановками. Организационная структура оперативного управления. Посты управления, размещение аппаратуры контрольно – измерительного и управляющего комплекса на постах управления.

#### Тема 6.2

Источники и системы оперативного тока. Аккумуляторные батареи электростанций. Принципиальные схемы распределения постоянного оперативного тока.

#### Тема 6.3

Дистанционное управление выключателями с электромагнитными и пружинными приводами. Понятие об автоматизированной системе управления технологическим процессом электростанций. Понятие об автоматизированных системах диспетчерского управления. Использование микропроцессорной техники в системах контроля, управления защиты и автоматики электростанций и подстанций.



## Характеристика курсового проекта

Задачей курсового проекта является разработка главной схемы электростанции или подстанции, выбор токоведущих частей и аппаратов в ней, разработка конструкции одного из РУ объекта проектирования.

Курсовой проект включает в себя пояснительную записку и 2 листа графической части. Объем пояснительной записки не более 25-30 страниц. Графическая часть состоит из главной схемы соединений (1 лист) и конструктивных чертежей распределительного устройства.

Проект содержит примерно следующие разделы:

Выбор главного электрооборудования объекта проектирования.

Выбор главной схемы электрических соединений.

Расчет токов короткого замыкания для выбора аппаратов и токоведущих частей.

Выбор аппаратов и токоведущих частей.

Выбор контрольно-измерительных приборов и измерительных трансформаторов.

Разработка конструкции заданного РУ.

Время для выполнения проекта - 60 часов, трудоемкость 1,5 зачетных единицы.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ  
ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1.	Общая характеристика электроэнергетических установок: показатели энергоэффективности; тепловые и технологические процессы электростанций; токоведущие конструкции и надежность электроустановок.	24 √	10	4		
1.1	Введение. Предмет дисциплины, ее содержание и задачи. Основные понятия и определения. Общие сведения об электроустановках.	3	-	-		Экзамен, тест
1.2	Основные типы электростанций; технологические и тепловые схемы получения электроэнергии на электростанциях разного типа.	5	-	-		Экзамен, тест
1.3	Проводники и изоляторы в электроустановках	10	6	4		Экзамен, защита д/р, тест
1.4	Надежность электроустановок	6	4			Экзамен, тест
2	Основное оборудование высоковольтных электроустановок	14 √	4	4		
2.1	Синхронные генераторы: основные параметры, элементы конструкции. Системы охлаждения. Системы возбуждения. Автоматическое гашение магнитного поля. Параллельная работа. Режимы работы генераторов. Устройства компенсации реактивной мощности.	7	-	-		Экзамен, тест
2.2	Силовые трансформаторы: типы, схемы и группы соединения, элементы конструкции. Системы охлаждения. Тепловые режимы трансформаторов. Износостойкость. Автотрансформаторы. Регулирование напряжения трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.	7	4	4		Экзамен, защита д/р, тест

3.	Режимы заземления нейтралей в электрических сетях.	4 v	2	2		
3.1	Классификация сетей по способу заземления нейтрали. Незаземленные, резонансно - заземленные, резистивно-заземленные, эффективно и глухо-заземленные сети.	2		2		Экзамен, защита л/р, тест
3.2	Область применения, векторные диаграммы и особенности режимов работы электрических сетей при различных способах заземления нейтрали. Контроль изоляции. Дугагасящие реакторы. Расчет и выбор аппаратов для резистивно-заземленной нейтрали.	2				Экзамен, тест
4	Конструкции высоковольтных аппаратов и их выбор	8 v	10	11		
4.1	Коммутационные аппараты. Отключение и включение электрических цепей высокого напряжения. Физические процессы в электрической дуге. Выключатели переменного тока. Разъединители. Высоковольтные предохранители	3		6		Экзамен, защита л/р, тест
4.2	Токоограничивающие реакторы: их характеристики, конструктивное исполнение и условия выбора.	1	2			Экзамен, тест
4.3	Трансформаторы измерительные Трансформаторы тока. Характеристики, конструкции, схемы соединения. Трансформаторы напряжения. Конструкции антирезонансных и емкостных ТН	2	2	4		Экзамен, защита л/р, тест
4.4	Ограничители перенапряжений Основные типы и конструкции ограничителей перенапряжений. Сравнительный анализ характеристик разрядников и ОПН. Новые конструкции разрядников с искровыми промежутками	1		4		Экзамен, защита л/р, тест
4.5	Выбор высоковольтных аппаратов	1	6			Экзамен, тест
5	Схемы и конструкции распределительных устройств высокого напряжения	10 v	4	4		Экзамен, защита л/р,
5.1	Главные схемы электрических соединений электростанций и подстанций. Схемы распределительных устройств и их классификация.	2	2	4		Экзамен, защита л/р,
5.2	Собственные нужды электростанций и подстанций	4	2			Экзамен, тест

5.3	Конструкции распределительных устройств и компоновки электростанций и подстанций и требования к ним	4				Экзамен, тест
6	Вторичные цепи в электроустановках	4 √	2	4		Экзамен, защита л/р,
6.1	Системы сигнализации, контроля и управления на электростанциях и подстанциях. Принципы управления электроустановками.	1				Экзамен, тест
6.2	Источники и системы оперативного тока. Аккумуляторные батареи электростанций. Принципиальные схемы распределения постоянного оперативного тока.	2	2			Экзамен, тест
6.3	Дистанционное управление выключателями. Системы контроля, сигнализации и принципы их построения	1		4		Экзамен, защита л/р,
	Всего	64	32 √	32 √		

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Электрическая часть станций и подстанций: Учеб. для вузов/ А.А. Васильев, А.П.Крючков, Е.Ф.Наяшкова и др. М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 2003 г.
3. Бохан А.Н. Курс лекций по дисциплине "Электрическая часть электростанций и подстанций" предназначен для студентов дневной и заочной формы обучения специальностей 1-43 01 03 "Электроснабжение (по отраслям)" и 1-43 01 07 "Техническая эксплуатация энергооборудования организаций". – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2007.
4. Бохан А.Н. Курс лекций, часть 2, по дисциплине "Электрическая часть электростанций и подстанций" предназначен для студентов дневной и заочной формы обучения специальностей 1-43 01 03 "Электроснабжение (по отраслям)" и 1-43 01 07 "Техническая эксплуатация энергооборудования организаций". – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2008.

### Дополнительная литература

5. Бохан А.Н. Практическое пособие к решению задач по курсу "Электрическая часть станций и подстанций" для студентов дневной и заочной форм обучения по специальности Т.01.01 "Электроэнергетика". Тема: Выбор токоведущих частей и кабелей. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2000.
6. Бохан А.Н. Практическое пособие к решению задач по курсу "Электрическая часть станций и подстанций" для студентов дневной и заочной форм обучения по специальности Т.01.01 "Электроэнергетика". Темы: Надежность электроустановок. Тепловые режимы трансформаторов. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2000.
7. Селиверстов Г.И., Петренко В.Н. Практическое пособие к лабораторным работам по курсу "Электрическая часть станций и подстанций" для студентов для студентов дневной и заочной форм обучения по специальности Т.01.01 "Электроэнергетика". – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2000.
8. Бохан А.Н. Практическое пособие к решению задач по курсу "Электрическая часть станций и подстанций" для студентов дневной и заочной форм обучения по специальности Т.01.01 "Электроэнергетика". Темы: Выбор высоковольтного оборудования и электрических аппаратов. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2003.
9. Бохан А.Н., Кротенок В.В. Практическое пособие к лабораторным работам по курсу "Электрическая часть станций и подстанций" для студентов для студентов дневной и заочной форм обучения по специальности Т.01.01 "Электроэнергетика". – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2006.
10. Двоскин Л.И. Схемы и конструкции распределительных устройств. М.: Энергоатомиздат, 1990.
11. Околович М.Н. Проектирование электрических станций. М.: Энергоиздат, 1982.

12. Крючков И.П. и др. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергия, 1982

13. Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций.-М.:МОТЭП, 1995.

14. Нормы технологического проектирования понижающих подстанций. Мн.: БЭСП, 1998.

15. Бохан А.Н., Жуковец С.Г. Методические указания и задания к выполнению курсового проекта для студентов заочной формы обучения специальности 1-43 01 03 "Электроснабжение".- Гомель, ГГТУ им. П.О.Сухого, 2009.

16. Бохан А.Н., Жуковец С.Г. Справочное пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 1-43 01 03 "Электроснабжение". - Гомель, ГГТУ им. П.О.Сухого, 2009.

#### Электронно-методические комплексы

17. Бохан А. Н. Производство электрической энергии: электронный учебно-методический комплекс по одноименной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 02 "Электроэнергетические системы и сети" и 1-43 01 03 «Электроснабжение дневной и заочной. форм обучения / А.Н. Бохан. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010

URL: <http://www.edu.gstu.by/course/view.php?id=558>

*См. также литературу в каталоге (Засихова Ч.В.)*

#### Средства диагностики результатов учебной деятельности

Примерный перечень лабораторных занятий

1. Конструкции силовых трансформаторов
2. Разъединители, отделители, короткозамыкатели и выключатели нагрузки.
3. Малообъемные масляные выключатели.
4. Вакуумные выключатели.
5. Плавкие предохранители.
6. Приводы выключателей и разъединителей.
7. Измерительные трансформаторы тока.
8. Измерительные трансформаторы напряжения.
9. Ограничители перенапряжений в электроустановках.
10. Нагрев токоведущих частей при длительном протекании тока нагрузки.
11. Электрические контакты.
12. Комплексные распределительные устройства.
13. Сигнализация в электроустановках.
14. Дистанционное управление высоковольтными выключателями.
15. Контроль изоляции в сетях с незаземленной нейтралью

### Примерный перечень практических занятий

1. Выбор основного оборудования и главной схемы электрических соединений электроустановки.
2. Тепловые режимы и перегрузочная способность трансформаторов.
3. Надежность электроустановок.
4. Выбор и проверка токоведущих частей и кабелей в электроустановках.
5. Выбор высоковольтных электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, предохранителей, ограничителей перенапряжений, токоограничивающих реакторов.
6. Выбор режима заземления нейтралей для сетей среднего напряжения 6-35 кВ.

### Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Область применения, конструктивные особенности и принципы гашения дуги вакуумных выключателей.
2. Область применения, конструктивные особенности и принципы гашения дуги элегазовых выключателей.
3. Общая характеристика, назначение и область применения выключателей нагрузки.
4. Область применения и конструктивные особенности генераторных выключателей.
5. Общая характеристика, назначение, классификация и область применения разъединителей.
6. Высоковольтные кварцевые предохранители: конструктивные особенности и условия выбора.
7. Ограничение токов короткого замыкания в электроустановках.
8. Измерительные трансформаторы тока: векторная диаграмма, классификация, новые конструкции, условия выбора.
9. Измерительные трансформаторы напряжения: векторная диаграмма, классификация, новые конструкции, условия выбора.
10. Конструкции открытых распределительных устройств высокого напряжения.
11. Конструкции элегазовых распределительных устройств.
12. Современные конструкции комплектных распределительных устройств: классификация, основные направления совершенствования.
13. Комплектные и модульные трансформаторные подстанции.
14. Системы оперативного тока на подстанциях.
15. Современные аккумуляторы в системах оперативного тока.
16. Системы дистанционного управления на подстанциях.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Электрические сети	«Электроснабжение»	Согласовано	№ 12 от 17.05.2016
Электроэнергетические системы	«Электроснабжение»	Согласовано	№ 12 от 17.05.2016

Библиотека ГГТУ им. Л.М.Эристово