

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного обучения

М.Н. Нестеров
« 15 » 10 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор энергетического института

А.В. Белоусов
« 15 » 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная



Энергетический институт

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составители: _____  Д.А. Прасол
канд. техн. наук, доцент _____  А.Н. Семернин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 13 » 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____  А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 15 » 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____  А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1.	ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, и экологические требования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать: требования нормативно-технической документации по проектированию энергоэффективных и экологически безопасных схем понизительных и распределительных подстанций; современное электрооборудование;</p> <p>уметь: пользоваться справочными материалами; анализировать техническое задание; выбирать и проверять электрооборудование; выбирать и проектировать схемы распределительных устройств электроустановок;</p> <p>владеть: навыками проектирования электрических станций и подстанций, схем распределительных устройств электроустановок; навыками применения нормативно-технической документации; навыками выбора и обоснования схем и электрооборудования</p>
2.	ПК-5	Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать: основные параметры схем электрических станций и подстанций, схем распределительных устройств; назначение, основные параметры электрооборудования электрических станций и подстанций;</p> <p>уметь: определять основные параметры схем электрических станций и подстанций, схем распределительных устройств; основные параметры электрооборудования электрических станций и подстанций;</p> <p>владеть: навыками расчета основных параметров электрооборудования и выбора рациональных схем электрических станций и подстанций, при условии обеспечения надежности и электробезопасности;</p>

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
3.	ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать: принцип включения генераторов электростанций на параллельную работу с сетью, влияния системы возбуждения на режимы переходных и установившихся режимов электроэнергетической системы и электрической сети; методы выбора электрооборудования распределительных устройств станций и подстанций при условии обеспечения его термической и динамической устойчивости;</p> <p>уметь: выполнять расчет основных параметров электрооборудования распределительных устройств, производить выбор режимов его работы и схем подключения; выполнять выбор и проверку электрооборудования;</p> <p>владеть: навыками формирования схем электростанций и подстанций, распределительных устройств; навыками выбора электрооборудования станций и подстанций с учетом обеспечения его надежности, устойчивости и электробезопасности</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика
2	Физика
3	Начертательная геометрия и инженерная графика
4	Общая энергетика
5	Теоретические основы электротехники
6	Экология
7	Электрические аппараты
8	Электрические машины
9	Особенности профессиональной деятельности
10	Электрические измерения
11	Автоматизированные системы контроля и учета энергии
12	Электромагнитные и электромеханические переходные процессы
13	Электроснабжение
14	Электроснабжение цеховых электроприемников
15	Основы электропривода
16	Управление электромеханическими системами
17	Электрофизические процессы в диэлектриках

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих

ДИСЦИПЛИН:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электроэнергетические системы и сети
2	Техника высоких напряжений
3	Эксплуатация систем электроснабжения
4	Эксплуатация электрооборудования станций и подстанций
5	Релейная защита и автоматика
6	Коммутационные и защитные аппараты в системах электроснабжения
7	Профессиональная практика
8	Преддипломная практика
9	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	2	142	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	40	2	18	20
лекции	16	2	6	8
лабораторные	8	–	8	–
практические	16	–	4	12
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	248	–	124	124
Курсовой проект	–	–	–	–
Курсовая работа	36	–	–	36
Расчетно-графическое задание	18	–	18	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–	–	–
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	158	–	106	52
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	36	–	Зачет	Экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Структурные и электрические схемы электростанций				

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.1	Общие сведения о построении электрических схем энергосистем. Назначение электрических станций, их классификация по способу выработки электроэнергии; особенности их мест расположения и роли в энергосистеме	2	–	–	–

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
2. Структурные и электрические схемы электростанций					
1.2	Структурные схемы электрических станций: конденсационных электростанций (КЭС); атомных электростанций (АЭС); гидроэлектростанций (ГЭС); гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС); теплоэлектростанций (ТЭЦ). Типовые схемы: КЭС; АЭС; ГЭС; ГАЭС; ТЭЦ	1	–	–	16
1.3	Основные параметры, эксплуатационные характеристики, конструктивные особенности генераторов электростанций. Системы охлаждения. Современные системы возбуждения и предъявляемые к ним требования. Способы включения генераторов в сеть. Перспективы улучшения характеристик генераторов.	–	–	6	14
1.4	Назначение и основные требования к электроприемникам собственных нужд электростанций. Выбор трансформаторов собственных нужд	–	–	–	14
3. Структурные и электрические схемы понизительных и распределительных подстанций					

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
2.1	Назначение, классификация по уровню напряжения понизительных и распределительных подстанций. Краткий обзор структурных и схемных особенностей понизительных и распределительных подстанций. Нормативная документация, Государственные стандарты, правила, нормы, руководящие документы, применяемые при проектировании и выборе главных схем понизительных и распределительных подстанций	1	–	–	12
2.2	Главные схемы тупиковых, ответвительных и проходных понизительных подстанций. Схемы мощных узловых подстанций. Схемы распределительных подстанций. Конструктивное выполнение открытых распределительных устройств понизительных подстанций (ОРУ)	1	1	–	12
2.3	Назначение и основные требования к электроприемникам собственных нужд распределительных и понизительных подстанций. Выбор трансформаторов собственных нужд	1	1	–	12
2.4	Требования и особенности конструкций закрытых распределительных устройств: комплектных распределительных устройств внутренней (КРУ) и наружной установки (КРУН). Анализ типов ячеек КРУ и КРУН, назначения оборудования, устанавливаемого в них и особенности эксплуатации ячеек	1	–	2	14
4. Цепи оперативного тока					
3.1	Назначение цепей оперативного тока в распределительных устройствах подстанций. Источники постоянного, выпрямленного и переменного оперативного тока. Сравнительная характеристика различных видов оперативного тока. Расчет нагрузки и выбор источников оперативного тока	1	2	–	12
ВСЕГО:		6	4	8	106

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4. Основное электрообудование подстанций					
4.1	Типы, конструктивные особенности, схемы и группы соединений обмоток силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет параметров трансформаторов. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов по нагрузочной способности. Устройства регулирования напряжения трансформаторов	1	2	–	6
4.2	Назначение, принцип работы, конструктивное выполнение, схемы соединения измерительных трансформаторов тока. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока	1	2	–	6
4.3	Назначение, принцип работы и конструктивное выполнение, схемы соединения измерительных трансформаторов напряжения. Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения	–	–	–	6
4.4	Назначение и выбор токоограничивающих реакторов. Конструкционное выполнение, выбор мест установки реакторов	1	2	–	4
4.5	Назначение и выбор ограничителей перенапряжений. Конструкционное выполнение, выбор мест установки ограничителей перенапряжений	1	2	–	6
5. Электрические аппараты и токоведущие части					
4.1	Назначение и устройство шин распределительных устройств, шинопроводов, кабельных линий, выбор их сечений по продолжительным режимам работы и проверка токами короткого замыкания	–	–	–	6
4.2	Плавкие предохранители напряжением выше 1 кВ. Предохранители с наполнителем. Предохранители с автогазовым гашением. Выбор предохранителей.	–	–	–	6
4.3	Назначение и устройство коммутационных аппаратов напряжением выше 1 кВ: разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, выключателей нагрузки, высоковольтных выключателей (вакуумных, масляных, элегазовых, электромагнитных, воздушных); выбор выключателей	2	4	–	8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4.4	Основные способы гашения электрической дуги в аппаратах до 1 кВ. Основные способы гашения дуги в аппаратах выше 1 кВ. Условия возникновения и горения дуги. Перенапряжения, вызванные срезом тока в вакуумных выключателях при отключении нагрузки индукционного типа	2	–	–	4
	ВСЕГО	8	12	0	52

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Семестр №8				
1	Структурные и электрические схемы понизительных и распределительных подстанций	Построение схем тупиковых, ответвительных и проходных понизительных подстанций, схем мощных узловых подстанций; схем распределительных подстанций	1	2
		Расчет мощности и выбор типа трансформаторов собственных нужд понизительных подстанций промышленных предприятий и городских сетей	1	2
2	Цепи оперативного тока подстанций	Расчет емкости источника оперативного постоянного тока (батарей аккумуляторов) для распределительного устройства 6(10) кВ главной понизительной подстанции в зависимости от количества присоединений и типа трансформаторов	2	2
ИТОГО за семестр 8:			4	6
Семестр №9				
1	Основное электрообустройство подстанций	Расчет параметров трансформаторов. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов по нагрузочной способности. Расчет отпаек регуляторов напряжения под нагрузкой двух- и трехобмоточных трансформаторов	2	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
		Выбор измерительных трансформаторов тока и проверка их на термическую и динамическую устойчивость к токам короткого замыкания с учетом нормирования вторичных цепей	2	2
		Назначение и выбор токоограничивающих реакторов. Конструкционное выполнение, выбор мест установки реакторов	2	2
		Выбор ограничителей перенапряжений	2	2
2	Электрические аппараты и токоведущие части	Выбор высоковольтных выключателей с учетом проверки на термическую и динамическую устойчивость к токам короткого замыкания, отключающую способность	4	2
		ИТОГО за семестр 9:	12	10
		ИТОГО за год:	16	20

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №8				
1	Структурные и электрические схемы электростанций	Управление включением синхронного генератора на параллельную работу с сетью по способу самосинхронизации и точной синхронизации. Управление режимом синхронного генератора, работающего параллельно с электрической системой бесконечной мощности. Управление режимом автономно работающего синхронного генератора. Гашение поля синхронного генератора	6	6
2	Структурные и электрические схемы понизительных и распределительных подстанций	Составление структурной схемы, однолинейной принципиальной схемы понизительной подстанции учебного полигона кафедры ЭиА БГТУ. Изучение конструкции и анализ назначения оборудования, устанавливаемого в ячейках 10 кВ комплектных распределительных устройств учебного полигона кафедры ЭиА БГТУ	2	4
			8	10

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1.Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Структурные и электрические схемы электростанций	1. Назначение электрических станций, их классификация по способу выработки электроэнергии; особенности их мест расположения и роли в энергосистеме 2. Типовая структурная схема конденсационной электростанции. 3. Типовая структурная схема гидроэлектростанции. 4. Типовая структурная схема атомной электростанции. 5. Типовая структурная схема теплоэлектроцентрали 6. Основные параметры, эксплуатационные характеристики, конструктивные особенности генераторов электростанций. 7. Системы охлаждения генераторов электростанций. 8. Системы возбуждения генераторов электростанций и предъявляемые к ним требования. 9. Способы включения генераторов на параллельную работу с сетью. 10. Назначение и основные требования к электроприемникам собственных нужд электростанций. Выбор трансформаторов собственных нужд.
2	Структурные и электрические схемы понизительных и распределительных подстанций	11. Краткий обзор структурных и схемных особенностей понизительных и распределительных подстанций. 12. Принцип построения электрических схем понизительных подстанций. 13. Главные схемы тупиковых понизительных подстанций. 14. Главные схемы ответвительных понизительных подстанций. 15. Главные схемы проходных понизительных подстанций. 16. Схемы мощных узловых подстанций. 17. Схемы распределительных подстанций. 18. Конструктивное выполнение открытых распределительных устройств понизительных подстанций. 19. Назначение и основные требования к электроприемникам собственных нужд распределительных и понизительных подстанций. Выбор трансформаторов собственных нужд. 20. Требования и особенности конструкций закрытых распределительных устройств: комплектных распределительных устройств внутренней и наружной установки. 21. Перечень и назначение оборудования, устанавливаемого в комплектных распределительных устройствах внутренней и наружной установки
	Цепи оперативного тока	22. Назначение цепей оперативного тока в распределительных устройствах подстанций. Источники постоянного, выпрямленного и переменного оперативного тока. Сравнительная характеристика различных видов оперативного тока. 23. Расчет нагрузки и выбор источников оперативного тока в распределительных устройствах подстанций.
	Основное электрооборудование подстанций	24. Типы, конструктивные особенности, схемы и группы соединений обмоток силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

		<p>25. Расчет параметров силовых трансформаторов и автотрансформаторов.</p> <p>26. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов по нагрузочной способности.</p> <p>27. Назначение и принцип работы устройства регулирования напряжения трансформаторов.</p> <p>28. Назначение, принцип работы, конструктивное выполнение, схемы соединения измерительных трансформаторов тока. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока.</p> <p>29. Назначение, принцип работы и конструктивное выполнение, схемы соединения измерительных трансформаторов напряжения.</p> <p>30. Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения.</p> <p>31. Назначение и выбор токоограничивающих реакторов. Конструкционное выполнение, выбор мест установки реакторов.</p> <p>32. Назначение и выбор ограничителей перенапряжений. Конструкционное выполнение, выбор мест установки ограничителей перенапряжений.</p>
	<p>Электрические аппараты и токоведущие части</p>	<p>33. Назначение и устройство шин распределительных устройств, шинопроводов, выбор их сечений по продолжительным режимам работы и проверка токами короткого замыкания.</p> <p>34. Назначение и устройство кабельных линий, выбор их сечений по продолжительным режимам работы и проверка токами короткого замыкания.</p> <p>35. Плавкие предохранители напряжением выше 1 кВ. Предохранители с наполнителем. Предохранители с автогазовым гашением. Выбор предохранителей</p> <p>36. Назначение и устройство разъединителей напряжением выше 1 кВ, их выбор и проверка.</p> <p>37. Назначение и устройство отделителей и короткозамыкателей напряжением выше 1 кВ, их выбор и проверка.</p> <p>38. Назначение и устройство выключателей нагрузки напряжением выше 1 кВ, их выбор и проверка.</p> <p>39. Назначение и устройство вакуумных высоковольтных выключателей, их выбор и проверка. Достоинства и недостатки.</p> <p>40. Назначение и устройство воздушных высоковольтных выключателей, их выбор и проверка. Достоинства и недостатки.</p> <p>41. Назначение и устройство масляных высоковольтных выключателей, их выбор и проверка. Достоинства и недостатки.</p> <p>42. Назначение и устройство элегазовых высоковольтных выключателей, их выбор и проверка. Достоинства и недостатки.</p> <p>43. Назначение и устройство электромагнитных высоковольтных выключателей, их выбор и проверка. Достоинства и недостатки.</p> <p>44. Основные способы гашения электрической дуги в аппаратах до 1 кВ.</p> <p>45. Основные способы гашения дуги в аппаратах выше 1 кВ.</p> <p>46. Условия возникновения и горения дуги.</p> <p>47. Перенапряжения, вызванные срезом тока в вакуумных выключателях при отключении нагрузки индукционного типа</p>

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Учебным планом предусмотрена курсовая работа, посвященная проектированию электрической части узловой подстанции. Задание сформировано с целью приобретения студентами способностей и навыков в проектировании схем главных электрических соединений электрических станций и подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.

Тема курсовой работы: «Проектирование электрической части узловой подстанции».

Спроектировать электрическую часть узловой подстанции на основе исходных данных, приведенных в таблице 1.

В курсовой работе должны быть решены следующие задачи (содержание пояснительной записки):

- 1) выбор числа и мощности силовых трансформаторов (автотрансформаторов);
- 2) выбор питающих воздушных линий электропередачи
- 3) разработка и обоснование принципиальной электрической схемы подстанции;
- 4) расчёт токов короткого замыкания в объёме, необходимом для выбора и проверки электрооборудования;
- 5) выбор и проверка основного электрооборудования (выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения, проходных и опорных изоляторов, нелинейных ограничителей перенапряжения, гибкой ошиновки РУ и жестких шин).

В графической части работы (выполняется на двух листах формата А3 или более) показывается принципиальная однолинейная схема коммутации подстанции с указанием марок выбранного оборудования (лист 1) и план открытого распределительного устройства высшего или среднего напряжения (РУ ВН), (РУ СН), план размещения электрооборудования распределительного устройства низшего напряжения (РУ НН) 6(10) кВ (лист 2).

Таблица 1

Исходные данные для проектирования узловой подстанции

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{ВН}$, кВ	220	330	110	220	330	220	110	220	330	220
$U_{СН}$, кВ	110	110	35	110	220	110	35	35	110	35
$U_{НН}$, кВ	6	6	6	10	6	10	10	6	10	10
$S_{КЗ}$, МВА	1800	5000	900	2200	4500	6000	1000	1500	4200	2100
Расстояние до системы l , км	80	105	40	70	120	75	45	90	140	100
Число отходящих линий от РУ ВН $n_{ВН}$	3	2	3	1	2	1	2	2	1	1
Мощность транзита через РУ ВН $S_{транз}$, МВА	70	100	43	80	110	70	80	100	50	66
Число отходящих линий от РУ СН $n_{СН}$	7	7	5	6	2	7	5	8	3	4

Мощность нагрузки на среднем напряжении $S_{СН}$, МВА	60	90	90	30	96	120	70	80	85	40
Число отходящих линий от РУ НН пнн	8	10	12	6	16	7	8	10	16	10
Мощность нагрузки на низком напряжении $S_{НН}$, МВА	12	14	16	6	24	14	10	15	30	13

Примечание: доля нагрузки 3 категории по надёжности электроснабжения на стороне СН составляет 20%, а на стороне НН – 30%.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Учебным планом предусмотрено расчетно-графическое задание, посвященное проектированию электрической части электростанции. Задание сформировано с целью приобретения студентами способностей выбора, обоснования, анализа и моделирования структурных схем электрических станций, а также электрических схем распределительных устройств.

В расчетно-графическом задании должны быть решены следующие задачи (содержание отчета):

1. Генерирование электрической энергии на электростанциях. Изобразить и описать схемы производства электрической энергии на электростанции, указанной в варианте. Указать особенности, достоинства и недостатки схемы.

2. Выбрать, обосновать, изобразить и проанализировать структурную схему и схему главных электрических соединений электростанции в соответствии с вариантом задания, представленным в таблице 2. Описать особенности схемы, возможные режимы работы, достоинства и недостатки.

Таблица 2

Исходные данные для выполнения расчетно-графического задания

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	Цифра шифра студента
Число агрегатов	3	3	4	5	2	3	4	5	2	3	Предпоследняя
Тип станции	ТЭЦ	ТЭЦ	АЭС	АЭС	ГЭС	ГЭС	КЭС	КЭС	ГАЭС	ВЭС	Последняя
Структурная схема ТЭЦ											
	Блочная	Смешанная	с ГРУ	Блочная	Смешанная	с ГРУ	Блочная	Смешанная	с ГРУ	Блочная	Третья от конца
Число отходящих линий от ГРУ	16	8	10	9	12	14	6	5	12	16	Последняя
Связь ТЭЦ с системой/нагрузкой											
Напряжение, кВ	35	110	220/110	110/35	220/110	35	110	110	35	220/35	Последняя
Число воздушн	2	4	2	3	2	4	2	3	5	2	Предпоследняя

ых линий											
Связь КЭС, ГЭС, ГАЭС с системой/нагрузкой											
Напряже ние, кВ	220/110	110	110	330/220	330/220	110	220	220/110	330	220	Третья от конца
Число воздушн ых линий	3	4	3	2	3	2	4	2	4	3	Предпослед няя
Связь ВЭС с системой или потребителем											
Напряже ние, кВ	35	110	220	35	110	220	35	110	220	35	Предпослед няя
Число линий	6	4	8	4	5	4	4	5	7	6	Последняя
Связь АЭС с системой/нагрузкой											
Напряже ние, кВ	500/220	330	750/330	1150	330	500/220	750/330	500	750	1150	Третья от конца
Число воздушн ых линий	6	8	9	7	6	5	6	9	6	3	Предпослед няя

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. - Москва: Академия, 2004. - 447 с.
2. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие / И.П. Крючков [и др.]; под ред. И.П. Крюčkова, В. А. Старшинова. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2006. - 412 с.
3. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник: учеб. пособие / Г. Н. Ополева. - Москва: ФОРУМ, 2006. - 479 с.
4. Основы современной энергетики: учебник для вузов: в 2 т. / под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова – 4-е изд., перераб и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. Том 2. Современная электроэнергетика / Под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева – 632 с.
5. Проектирование схем электроустановок [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по всем специальностям направления подготовки 650900 "Электрoэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - 3-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. URL:<https://elibr.bstu.ru/Reader/Book/8100>.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Тепловые и атомные электрические станции : учебник / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - 3-е изд., перераб. - Москва: МЭИ, 2004. - 423 с.
2. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 287 с.
3. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / Рос. акцион. общ-во энергетики и электрификации "ЕЭС

России" ; ред. Б. Н. Неклепаев. - Москва : НЦ ЭНАС, 2004. - 150 с.

4. Электрическая часть станций и подстанций: учебник / А. А. Васильев, И. П. Крючков, Е. Ф. Наяшкова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.

5. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. - 5-е изд., стер. - Москва : Академия, 2004. - 448 с.

6. Электрические станции и подстанции [Текст] / В. В. Афонин, К. А. Набатов. 1. - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 91 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>.

7. Почаевец В.С. Электрические подстанции [Электронный ресурс]: учебник/ Почаевец В.С. – Электрон. текстовые данные.– М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. – 491 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16274>. – ЭБС «IPRbooks».

8. Электрические станции и сети [Электронный ресурс]: офиц. тексты по сост. на 01.03.2006 г. - Москва: ЭНАС, 2013. - 720 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38575.

9. Электрическая часть атомных электростанций: учеб. пособие / В.П. Васин, В.А. Старшинов. - Москва: Издательство МЭИ, 2005. - 206 с.

10. Балдин М.Н. Основное оборудование электрических сетей: справочник [Электронный ресурс] : справочник / М.Н. Балдин, И.Г. Карапетян. – Электрон. дан. – М.: ЭНАС, 2014. – 208 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60778.

11. Основы современной энергетики [Электронный ресурс]: в 2-х т. : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / общ. ред. Е. В. Аметистов. - 5-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. Т. 2: Современная электроэнергетика / ред.: А.П. Бурман, В. А. Строев. - 2010. URL:<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8099>.

12. Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.– 108 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/22738>. – ЭБС «IPRbooks» .

13. РД 153-34.0-20.527–98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. – М.: ЭНАС, 2013. – 144 с. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38586.

14. Инструкция по переключениям в электроустановках. Утверждена Минэнерго России 30.06.2003 г. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М.: ЭНАС, 2013. – 96 с. – URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38583.

15. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.– 32 с. – URL:<http://www.iprbookshop.ru/22778>. – ЭБС «IPRbooks».

16. ПУЭ, изд. 7-е: общие правила; передача электроэнергии; распределительные устройства и подстанции; электрическое освещение;

электрооборудование специальных установок [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М. : ЭНАС, 2013. — 560 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38572.

1. Инструкция по переключениям в электроустановках. Утверждена Минэнерго России 30.06.2003 г. [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М. : ЭНАС, 2013. — 96 с. — URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38583 (24.12.2017).

2. Гологорский, Е.Г. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4-750 кВ [Электронный ресурс]: справочник. — Электрон. дан. — М.: ЭНАС, 2007. — 557 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38547.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Справочно-поисковая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://www.consultant.ru/>.— Заглавие с экрана.

2. Ежемесячная газета «Энергетика и промышленность России» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL:<http://www.eprussia.ru/>.— Заглавие с экрана.

3. Бесплатная библиотека энергетика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://www.eprussia.ru/lib/>.— Заглавие с экрана

4. Вакуумные выключатели и перенапряжение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://novostienergetiki.ru/vakuumnye-vyklyuchateli-i-perenapryazhenie/>. — Заглавие с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – лекционные аудитории главного корпуса БГТУ им. В.Г. Шухова Гк031, Гк032, Гк033, оснащенные презентационной техникой, комплектом презентационных материалов: «Схемы и внешний вид электрических подстанций Белгородской области»; «Примеры схем главных электрических соединений крупных электростанций РФ».

Практические занятия – учебные аудитории кафедры «Электроэнергетика и автоматика» (лаборатория электроэнергетических систем М223).

Лабораторные занятия – лаборатория электроэнергетических систем М223; лаборатория электропривода и электрооборудования М219; лаборатория электрических аппаратов и электроснабжения М216; Учебный полигон кафедры «Электроэнергетика и автоматика»; Ветро-солнечная станция кафедры «Электроэнергетика и автоматика». Учебные лабораторные стенды «Электроснабжение промышленных предприятий» НТЦ-10.00.000 НТП «Центр».

Учебный полигон: однострансформаторная подстанция с уровнями напряжения 35 и 10 кВ. Питание полигона – одноцепная линия 35 кВ (сталеалюминевый провод АС-50/8, металлическая опора У 35 – 1).

Изоляторы линии 35 кВ – полимерные изоляторы ЛК 70/35-III.

Ввод в ОРУ 35 кВ – гибкая ошиновка, провод АС-50/8.

Фарфоровые опорные изоляторы ИОС-500-01 УХЛ.

Разъединитель горизонтально-поворотного типа РНДЗ-2-35 кВ с двумя

комплектами заземляющих ножей с ламелями, с механических приводом.

Масляный выключатель ВМ-35 кВ, на силу тока 600 А, с отключающей способностью 400 МВА, с электромеханическим приводом постоянного тока типа ШПЭ-11.

Разрядники РВС - 35кВ с максимальным рабочим напряжением $U_p = 40,5$ кВ.

Гибкая ошиновка ОРУ 35 кВ – провод АС-50/8.

Понижающий силовой масляный трансформатор FTDO 1250/35 мощностью 1250 кВА.

КРУН - 10 кВ: комплектное распределительное устройство наружной установки, $U_{ном} = 10$ кВ.

Ячейки КРУН - 10 кВ:

1) Ячейка ввода 10 кВ. Опорно-проходные изоляторы ИПТ-10 кВ (фарфоровые). Разъединитель РВЗ-10-630 с двумя заземляющими ножами и блокировками от непреднамеренного включения. На фазах А и С – измерительные трансформаторы тока для работы средств РЗ и А.

Масляный выключатель ВПМ-10-20-630 У2 с управляемым приводом типа ПП-67.

2) Ячейка ТСН. Ввод в виде гибкой ошиновкой проводом АС-50/8 через опорно-проходные изоляторы ИПТ-10 кВ. Разъединитель РВЗ-10 кВ. Плавкие предохранители типа ПКН-10 кВ. Трансформатор собственных нужд: ТМ-63, $S_{ном} = 63$ кВА.

3) Ячейка отходящей линии 10 кВ. Ввод выполнен жесткими шинами прямоугольного сечения 50×6 мм. Выкатной элемент (тележка) производства компании «Самара электроцит». Разъединитель РВЗ-10-630, вакуумный выключатель ВВ/TEL – «Таврида электрик» ВВ/TEL-10-12,5/630 У2. Тип блока управления – ВВ/TEL-10. Приборы контроля и учета потребляемой электроэнергии, терминал релейной защиты «Сириус-2-Л».

4) Ячейка трансформатора напряжения. Измерительный трансформатор напряжения НАМИ-10, Разъединитель РВЗ-10, плавкие предохранители ПН-10. Схемы соединения обмоток трансформатора напряжения: звезда – звезда – разомкнутый треугольник.

Самостоятельная работа – специализированный компьютерный класс М424, оснащенный презентационной техникой (проектор AcerProjector P1165) и персональными компьютерами (IntelCore i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ АОС 23,8"/ ASUS DRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет.

Для самостоятельной работы (оформление отчетов по лабораторным работам, оформление расчетно-графической работы) используется предустановленное лицензионное программное обеспечение MicrosoftWindows 10 Корпоративная (Enterprise) (№ дог. E04002C51M), Microsoft Office Professional Plus 2016 (№ дог. E04002C51M), Microsoft Visio Professional 2013 (№ дог. E04002C51M), Autodesk AutoCAD 2017 — Русский (Russian) (№ дог. 7053026340), PTC Mathcad Prime Express (распространяется свободно).

Самостоятельная работа студентов обеспечивается участием в программах MicrosoftImagine (№ дог. 52031/МОС 2793) и Office 365 (№ дог. E04002C51M) с возможностью бесплатной загрузки программного обеспечения Microsoft.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от « 11 » 06 2016 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

Список изменений и дополнений в рабочей программе.

В пункт 6.2 добавлены следующие литературные источники:

1. Основы современной энергетики [Электронный ресурс]: в 2-х т. : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / общ. ред. Е. В. Аметистов. - 5-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. Т. 2: Современная электроэнергетика / ред.: А.П. Бурман, В. А. Строев. - 2010. URL:<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8099>.

2. Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.– 108 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/22738>. – ЭБС «IPRbooks».

3. РД 153-34.0-20.527–98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. – М.: ЭНАС, 2013. – 144 с. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38586.

4. Инструкция по переключениям в электроустановках. Утверждена Минэнерго России 30.06.2003 г. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М.: ЭНАС, 2013. – 96 с. – URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38583.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от «10» 06 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

Список изменений и дополнений в рабочей программе.

В пункт 6.2 добавлены следующие литературные источники:

5. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.– М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.– 32 с. – URL:<http://www.iprbookshop.ru/22778>. – ЭБС «IPRbooks».

6. ПУЭ, изд. 7-е: общие правила; передача электроэнергии; распределительные устройства и подстанции; электрическое освещение; электрооборудование специальных установок [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М. : ЭНАС, 2013. — 560 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38572.

7. Инструкция по переключениям в электроустановках. Утверждена Минэнерго России 30.06.2003 г. [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М. : ЭНАС, 2013. — 96 с. — URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38583.

Рабочая программа без изменений и дополнений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 14 » 05 2018 г.

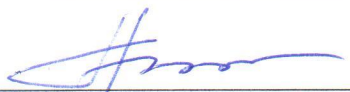
Заведующий кафедрой ЭиА _____  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС _____  А.В. Белоусов

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

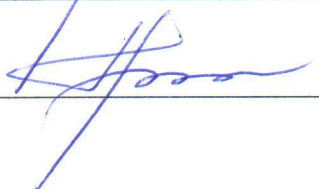
Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС



А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июня 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Методические рекомендации для преподавания по дисциплине «Электрические станции и подстанции»

Курс «Электрические станции и подстанции» представляет собой важную составную часть подготовки студентов по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение».

Целью изучения курса является формирование у обучающихся теоретических и практических знаний в области электрических станций и подстанций и их электрооборудования, а также практических навыков по расчету и проектированию схем электрических соединений станций и подстанций, по выбору и проверке электрооборудования.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда сложных задач, что дает возможность студентам:

- сформировать представление об электрических станциях и подстанциях в современной электроэнергетике;
- выработать системный подход к изучению и проектированию схем главных электрических соединений станций и подстанций, схем распределительных устройств;
- изучить проблемы проектирования схем и выбора электрооборудования;
- изучить нормативно-техническую документацию, современное электрооборудование, применяемое в схемах электрических станций и подстанций.

Занятия проводятся в виде лекций, практических (семинарских) и лабораторных занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов на практических и лабораторных занятиях. Формами итогового контроля являются зачет в 8 семестре и экзамен в 9 семестре. Кроме этого, в 9 семестре студентами выполняется курсовая работа по проектированию электрической части узловой подстанции.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в *Рабочей программе* дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

2. Методические указания студентам по самостоятельному изучению дисциплины «Электрические станции и подстанции»

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих выпускников.

Исходный этап изучения курса «Электрические станции и подстанции» предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с

поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, рассматриваемых в лекциях преподавателя и приведенных в планах и заданиях к лабораторным и практическим занятиям, а также методических указаниях для студентов.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы*, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса необходимо ознакомиться с нормативными и руководящими документами, публикациями в периодических изданиях и электронных ресурсах, которые указаны в п. 6.3. *Рабочей программы*. Также поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на вопросы, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по курсу «Электрические станции и подстанции». Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к лабораторным и практическим занятиям и методических указаниях для студентов. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.