

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

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН

к.э.н. Чернов С. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электрическая часть электрических станций и подстанций

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

Курс: 3 4, семестры : 6 7

Факультет энергетики, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	6	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	6
2	Всего часов	0	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	34
4	Лекции, час.	2	6
5	Практические занятия, час.	0	8
6	Лабораторные занятия, час.	0	8
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	12
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		10
10	Самостоятельная работа, час.	0	180
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		КР
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

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭлСт, протокол заседания кафедры №10 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Лыкин А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: 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; в части следующих результатов обучения:
з1. знать методы выбора электрооборудования электростанций и подстанций
з3. знать методы разработки главных схем электрических соединений электростанций и подстанций
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь выбирать средства ограничения токов КЗ в главных схемах электрических соединений электрических станций и подстанций
у3. уметь выбирать параметры основного и вспомогательного оборудования электростанций и подстанций

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Электрическая часть электрических станций и подстанций	
ПК.3.33 знать методы разработки главных схем электрических соединений электростанций и подстанций	
1.иметь представление о технологии выработки электроэнергии на электростанциях, о роли различных типов электростанций в покрытии графика нагрузки системы, о компоновке электростанций	Лекции; Самостоятельная работа
2.знать технологические схемы и особенности электростанций следующих типов: конденсационных (КЭС), теплофикационных (ТЭЦ), газотурбинных (ГТУ) и парогазовых (ПГУ), гидроэлектростанций (ГЭС), атомных (АЭС)	Лекции; Самостоятельная работа
3.знать типовые структурные схемы электростанций и подстанций и методы их выбора	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.31 знать методы выбора электрооборудования электростанций и подстанций	
4.иметь представление о физических процессах в электрооборудовании электростанций и подстанций, особенностях его конструкций, характеристиках и областях применения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.знать методы выбора силовых трансформаторов и автотрансформаторов в схемах электрических соединений электростанций и подстанций	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6.знать методы выбора выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов и токоведущих частей в схемах электрических соединений электростанций и подстанций	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7.знать схемы электрических соединений и методы определения погрешностей измерительных трансформаторов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.33 знать методы разработки главных схем электрических соединений электростанций и подстанций	
8.знать типовые электрические схемы распределительных устройств, их особенности, достоинства и недостатки и области применения	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.иметь представление о конструкциях распределительных устройств	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10.знать схемы питания и особенности потребителей собственных нужд электростанций	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
11.иметь представление о системах измерения, контроля, сигнализации, управления	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

ПК.5.у3 уметь выбирать параметры основного и вспомогательного оборудования электростанций и подстанций	
12. уметь выбирать основные схемы электроустановок в зависимости от типа и функциональной роли их в энергосистеме	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13. уметь выбирать генераторы, силовые трансформаторы и автотрансформаторы в схемах электрических соединений электростанций и подстанций	Практические занятия; Самостоятельная работа
14. уметь выбирать выключатели, разъединители, измерительные трансформаторы и токоведущие части в схемах электрических соединений электростанций и подстанций	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
15. иметь опыт расчета схем и элементов основного оборудования электростанций	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.у2 уметь выбирать средства ограничения токов КЗ в главных схемах электрических соединений электрических станций и подстанций	
16. выбирать средства ограничения токов КЗ в главных схемах электрических соединений электростанций и подстанций	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Технология производства и передачи электроэнергии				
1. Виды и технологические схемы электростанций. Структурные схемы электростанций и подстанций	0	1	1, 2, 3	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Основное оборудование электростанций и подстанций				
2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы, синхронные генераторы	0	1	4, 5	Прослушивание и запись лекции
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Коммутационные аппараты				
4. Возникновение электрической дуги при отключении электрической цепи. Физические процессы в дуговом промежутке. Способы гашения электрической дуги	0	1	4	Прослушивание и запись лекции
5. Высоковольтные выключатели и разъединители	0	1	4, 6	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Измерительные трансформаторы и проводники				
7. Измерительные трансформаторы тока и напряжения	0	1	4, 6, 7	Прослушивание и запись лекции
9. Проводники и токопроводы	0	1	4, 6	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Распределительные устройства электростанций и подстанций				
10. Схемы и конструкции распределительных устройств	0	1	8, 9	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Собственные нужды электростанций				

12. Собственные нужды электростанций	0	1	10	Прослушивание и запись лекции
--------------------------------------	---	---	----	-------------------------------

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Основное оборудование электростанций и подстанций				
7. Ограничение токов короткого замыкания	1	1	16	Выполнение и защита лабораторной работы
Дидактическая единица: Коммутационные аппараты				
1. Знакомство с конструкциями высоковольтных коммутационных аппаратов	1	1	14, 4	Выполнение и защита лабораторной работы
9. Схемы дистанционного управления выключателями	1	1	11	Выполнение и защита лабораторной работы
Дидактическая единица: Измерительные трансформаторы и проводники				
2. Знакомство с конструкциями измерительных трансформаторов и конструкцией распределительного устройства 10 кВ	1	1	11, 4, 7, 9	Выполнение и защита лабораторной работы
4. Испытание измерительных трансформаторов тока	0	1	14, 7	Выполнение и защита лабораторной работы
5. Испытание измерительных трансформаторов напряжения	0	1	14, 7	Выполнение и защита лабораторной работы
6. Термическое и электродинамическое действие токов на проводники	0	1	14, 4, 6	Выполнение и защита лабораторной работы
Дидактическая единица: Распределительные устройства электростанций и подстанций				
8. Оперативные переключения в схемах распределительных устройств	0	1	12, 8	Выполнение и защита лабораторной работы

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Технология производства и передачи электроэнергии				
1. Разработка вариантов структурной схемы тепловой электростанции	1	1	12, 3	Решение задач
Дидактическая единица: Основное оборудование электростанций и подстанций				
2. Выбор генераторов, трансформаторов и автотрансформаторов в главных схемах электростанций, выбор секционных реакторов для ТЭЦ, выбор линейных реакторов в схемах ТЭЦ	1	1	13, 15, 16, 5	Решение задач
Дидактическая единица: Коммутационные аппараты				

3. Расчет токов короткого замыкания в главных схемах электростанций	1	1	15	Решение задач
4. Выбор выключателей и разъединителей в главных схемах электростанций	1	1	13, 15	Решение задач
Дидактическая единица: Измерительные трансформаторы и проводники				
5. Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения	1	1	14, 15	Решение задач
7. Выбор токоведущих частей в главных схемах электростанций	1	1	14, 15	Решение задач
Дидактическая единица: Распределительные устройства электростанций и подстанций				
8. Выбор схем распределительных устройств и составление главных схем электрических соединений электростанций и подстанций	1	1	12, 8	Решение задач
Дидактическая единица: Собственные нужды электростанций				
9. Выбор трансформаторов собственных нужд и составление схемы питания собственных нужд тепловых электростанций	1	1	10, 12, 13	Решение задач

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Курсовая работа	12, 13, 14, 15, 16, 3, 5, 6, 7, 8	80	5
: Электрическая часть электростанций : методические указания по выполнению курсовой работы "Электрическая часть станций" и программа по дисциплине "Производство электроэнергии" для 4 курса по направлению 00140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. А. Сарапулов]. - Новосибирск, 2008. - 32 с. : схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000083015				
2	Подготовка к занятиям	5, 6, 7, 8	50	3
: Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 5, 6, 7, 8 для всех курсов факультета энергетики (направление 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника") всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович и др.]. - Новосибирск, 2013. - 71, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185756 Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1, 2, 3, 4 для факультета энергетики по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович, Г. А. Сарапулов, Л. Б. Быкова]. - Новосибирск, 2014. - 58, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000186143				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 2, 3, 4, 9	50	2

: Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 5, 6, 7, 8 для всех курсов факультета энергетики (направление 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника") всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович и др.]. - Новосибирск, 2013. - 71, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185756 Электрическая часть электростанций : методические указания по выполнению курсовой работы "Электрическая часть станций" и программа по дисциплине "Производство электроэнергии" для 4 курса по направлению 00140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. А. Сарапулов]. - Новосибирск, 2008. - 32 с. : схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000083015 Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1, 2, 3, 4 для факультета энергетики по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович, Г. А. Сарапулов, Л. Б. Быкова]. - Новосибирск, 2014. - 58, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000186143

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:g.glazyrin@corp.nstu.ru; Портал НГТУ; Социальные сети
Консультирование	e-mail:g.glazyrin@corp.nstu.ru; Портал НГТУ; Социальные сети
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 7	
<i>Лабораторная №1:</i>	27
Контролирующие материалы приводятся в "Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1, 2, 3, 4 для факультета энергетики по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович, Г. А. Сарапулов, Л. Б. Быкова]. - Новосибирск, 2014. - 58, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000186143 "	
<i>Лабораторная №2:</i>	27
Контролирующие материалы приводятся в "Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 5, 6, 7, 8 для всех курсов факультета энергетики (направление 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника") всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович и др.]. - Новосибирск, 2013. - 71, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185756 "	
<i>Практические занятия:</i>	9
<i>Курсовая работа:</i>	24
<i>Экзамен:</i>	40

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 Л/Р	Защита КП/КР	Экзамен
ПК.3	з1. знать методы выбора электрооборудования электростанций и подстанций	+	+	+
	з3. знать методы разработки главных схем электрических соединений электростанций и подстанций	+	+	+
ПК.5	у2. уметь выбирать средства ограничения токов КЗ в главных схемах электрических соединений электрических станций и подстанций	+	+	
	у3. уметь выбирать параметры основного и вспомогательного оборудования электростанций и подстанций	+	+	

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

7. Литература

Основная литература

1. Афонин В.В. Электрические станции и подстанции. Часть 1. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Афонин, К.А. Набатов. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 90 с. — 978-5-8265-1387-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64621.html>
2. Рожкова Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учебник для образовательных учреждений среднего профессионального образования по специальности "Электрические станции, сети и системы", 2102 "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. - М., 2006. - 446, [1] с. : ил.
3. Балаков Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : [учебное пособие для вузов по всем специальностям направления подготовки дипломированных специалистов 650900 "Электроэнергетика"] / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - М., 2006. - 287 с. : ил., табл.

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. Электрическая часть электростанций : методические указания по выполнению курсовой работы "Электрическая часть станций" и программа по дисциплине "Производство электроэнергии" для 4 курса по направлению 00140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. А. Сарапулов]. - Новосибирск, 2008. - 32 с. : схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000083015

2. Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1, 2, 3, 4 для факультета энергетики по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович, Г. А. Сарапулов, Л. Б. Быкова]. - Новосибирск, 2014. - 58, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000186143

3. Электрические станции и подстанции : методические указания к выполнению лабораторных работ № 5, 6, 7, 8 для всех курсов факультета энергетики (направление 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника") всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ключенович и др.]. - Новосибирск, 2013. - 71, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185756

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Office

2 Windows

3 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Тренажер по опер.переключениям для персонала энергообъектов в4,10	Лабораторные работы

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ МГГ-10 маслян	Лабораторные работы
2	ЯЧЕЙКА КСД высоковольт.макет	Лабораторные работы
3	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВБ4С 10-20/630	Лабораторные работы

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

Кафедра электрических станций

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрическая часть электрических станций и подстанций

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 Электрическая часть электрических станций и подстанций приведена в Таблице 1.

Таблица 1

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.3/ПК способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования	31. знать методы выбора электрооборудования электростанций и подстанций	Возникновение электрической дуги при отключении электрической цепи. Физические процессы в дуговом промежутке. Способы гашения электрической дуги Выбор генераторов, трансформаторов и автотрансформаторов в главных схемах электростанций, выбор секционных реакторов для ТЭЦ Высоковольтные выключатели Знакомство с конструкциями высоковольтных коммутационных аппаратов Знакомство с конструкциями измерительных трансформаторов и конструкций распределительного устройства 10 кВ Измерительные трансформаторы напряжения Измерительные трансформаторы тока Испытание измерительных трансформаторов напряжения Испытание измерительных трансформаторов тока Испытание низковольтных коммутационных аппаратов Проводники и токопроводы Разъединители Силовые трансформаторы и автотрансформаторы Синхронные генераторы Термическое и электродинамическое действие токов на проводники	Курсовая работа, разделы 2, 4, 5; Отчеты по лабораторным работам 1, 2, 3, 4, 7	Экзамен, вопросы 26-42
ПК.3/ПК	33. знать методы разработки главных схем электрических соединений электростанций и подстанций	Виды и технологические схемы электростанций. Структурные схемы электростанций и подстанций Выбор схем распределительных устройств и составление главных схем электрических соединений электростанций и подстанций Знакомство с конструкциями измерительных трансформаторов и	Курсовая работа, разделы 1, 3, 6 Отчеты по лабораторным работам 5, 6, 7, 8	Экзамен, вопросы 1-25, 43-46

		конструкцией распределительного устройства 10 кВ Конструкции распределительных устройств Оперативные переключения в схемах распределительных устройств Разработка вариантов структурной схемы тепловой электростанции Собственные нужды электростанций Схемы дистанционного управления выключателями Схемы распределительных устройств		
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	у2. уметь выбирать средства ограничения токов КЗ в главных схемах электрических соединений электрических станций и подстанций	Выбор генераторов, трансформаторов и автотрансформаторов в главных схемах электростанций, выбор секционных реакторов для ТЭЦ Выбор линейных реакторов в схемах ТЭЦ Ограничение токов короткого замыкания	Курсовая работа, разделы 2, 5 Отчет по лабораторной работе №5	
ПК.5/ПТ	у3. уметь выбирать параметры основного и вспомогательного оборудования электростанций и подстанций	Выбор выключателей и разъединителей в главных схемах электростанций Выбор генераторов, трансформаторов и автотрансформаторов в главных схемах электростанций, выбор секционных реакторов для ТЭЦ Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения Выбор линейных реакторов в схемах ТЭЦ Выбор схем распределительных устройств и составление главных схем электрических соединений электростанций и подстанций Выбор токоведущих частей в главных схемах электростанций Выбор трансформаторов собственных нужд и составление схемы питания собственных нужд тепловых электростанций Знакомство с конструкциями высоковольтных коммутационных аппаратов Испытание измерительных трансформаторов напряжения Испытание измерительных трансформаторов тока Испытание низковольтных коммутационных аппаратов Оперативные переключения в схемах распределительных устройств Разработка вариантов структурной схемы тепловой электростанции Термическое и электродинамическое действие токов на проводники	Курсовая работа, разделы 2, 3, 4, 5, 6; Отчеты по лабораторным работам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.3/ПК, ПК.5/ПТ.

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

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

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 ПК.3/ПК, ПК.5/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.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-23, второй вопрос из диапазона вопросов 24-46 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____ (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *0-20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *20-27 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *28-34 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент

при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет *35-40 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 «Электрическая часть электрических станций и подстанций»

1. Принципиальная технологическая схема блока КЭС. Особенности КЭС.
2. Принципиальная технологическая схема ТЭЦ. Особенности ТЭЦ.
3. Принципиальная технологическая схема блока ГТУ. Особенности ГТУ.
4. Принципиальная технологическая схема блока ПГУ. Особенности ПГУ.
5. Принципиальная технологическая схема двухконтурной АЭС. Особенности АЭС.
6. Принципиальная технологическая схема ГЭС. Особенности ГЭС.
7. Блоки КЭС: простые, укрупненные, сдвоенные. Структурные схемы КЭС с двумя РУ повышенных напряжений.
8. Блоки КЭС: простые, укрупненные, сдвоенные. Структурная схема КЭС без РУ с блоками генератор–трансформатор–линия. Структурная схема КЭС с тремя РУ повышенных напряжений.
9. Структурные схемы ТЭЦ с распределительным устройством генераторного напряжения.
10. Структурные схемы ТЭЦ без распределительного устройства генераторного напряжения.
11. Классификация подстанций. Структурные схемы подстанций с двумя РУ.
12. Классификация подстанций. Структурные схемы подстанций с тремя РУ.
13. Схема РУ «одиночная секционированная система сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
14. Схема РУ «одиночная секционированная система сборных шин с обходной»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
15. Схема РУ «две рабочие системы сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
16. Схема РУ «две рабочие системы сборных шин (не секционированные) с обходной»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
17. Схема РУ «две рабочие секционированные системы сборных шин с обходной»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
18. Схема РУ «многоугольник»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
19. Схема РУ «с тремя выключателями на две цепи»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
20. Схема РУ «с четырьмя выключателями на три цепи»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
21. Схемы РУ генераторного напряжения «одиночная секционированная система сборных шин», «кольцо с одной системой сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.

22. Схемы РУ генераторного напряжения «две системы сборных шин», «кольцо с двумя системами сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
23. Схемы РУ тупиковых и ответвительных однотрансформаторных подстанций: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
24. Мостиковые схемы РУ: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
25. Схемы РУ «трансформаторы–шины» : свойства, достоинства, недостатки, область применения.
26. Типы, основные параметры и системы охлаждения трансформаторов.
27. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
28. Электрическая дуга: физические процессы, распределение напряжения, условие погасания дуги на постоянном и переменном токе.
29. Способы гашения электрической дуги.
30. Выключатели: назначение, классификация, требования к выключателям, выбор выключателей.
31. Масляные баковые выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
32. Маломасляные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
33. Воздушные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
34. Вакуумные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
35. Элегазовые выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
36. Электромагнитные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
37. Разъединители: назначение, типы, выбор разъединителей.
38. Измерительные трансформаторы тока: назначение, типы, выбор трансформаторов тока.
39. Измерительные трансформаторы напряжения: назначение, схемы соединения, типы, выбор трансформаторов напряжения.
40. Конструкции проводников и токопроводов и область их применения. Нагрев проводников в нормальном режиме и при коротком замыкании.
41. Турбогенераторы: особенности конструкции, способы охлаждения.
42. Гидрогенераторы: особенности конструкции.
43. Схема питания собственных нужд блочной электростанции.
44. Схема питания собственных нужд ТЭЦ с поперечными связями по пару.
45. Классификация распределительных устройств. Конструкции закрытых распределительных устройств.
46. Классификация распределительных устройств. Конструкции открытых распределительных устройств.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-23, второй вопрос из диапазона вопросов 24-46 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *0-20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *20-27 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *28-34 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент

при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет *35-40 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 «Электрическая часть электрических станций и подстанций»

1. Принципиальная технологическая схема блока КЭС. Особенности КЭС.
2. Принципиальная технологическая схема ТЭЦ. Особенности ТЭЦ.
3. Принципиальная технологическая схема блока ГТУ. Особенности ГТУ.
4. Принципиальная технологическая схема блока ПГУ. Особенности ПГУ.
5. Принципиальная технологическая схема двухконтурной АЭС. Особенности АЭС.
6. Принципиальная технологическая схема ГЭС. Особенности ГЭС.
7. Блоки КЭС: простые, укрупненные, сдвоенные. Структурные схемы КЭС с двумя РУ повышенных напряжений.
8. Блоки КЭС: простые, укрупненные, сдвоенные. Структурная схема КЭС без РУ с блоками генератор–трансформатор–линия. Структурная схема КЭС с тремя РУ повышенных напряжений.
9. Структурные схемы ТЭЦ с распределительным устройством генераторного напряжения.
10. Структурные схемы ТЭЦ без распределительного устройства генераторного напряжения.
11. Классификация подстанций. Структурные схемы подстанций с двумя РУ.
12. Классификация подстанций. Структурные схемы подстанций с тремя РУ.
13. Схема РУ «одиночная секционированная система сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
14. Схема РУ «одиночная секционированная система сборных шин с обходной»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
15. Схема РУ «две рабочие системы сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
16. Схема РУ «две рабочие системы сборных шин (не секционированные) с обходной»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
17. Схема РУ «две рабочие секционированные системы сборных шин с обходной»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
18. Схема РУ «многоугольник»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
19. Схема РУ «с тремя выключателями на две цепи»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
20. Схема РУ «с четырьмя выключателями на три цепи»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
21. Схемы РУ генераторного напряжения «одиночная секционированная система сборных шин», «кольцо с одной системой сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.

22. Схемы РУ генераторного напряжения «две системы сборных шин», «кольцо с двумя системами сборных шин»: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
23. Схемы РУ тупиковых и ответвительных однотрансформаторных подстанций: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
24. Мостиковые схемы РУ: свойства, достоинства, недостатки, область применения.
25. Схемы РУ «трансформаторы–шины» : свойства, достоинства, недостатки, область применения.
26. Типы, основные параметры и системы охлаждения трансформаторов.
27. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
28. Электрическая дуга: физические процессы, распределение напряжения, условие погасания дуги на постоянном и переменном токе.
29. Способы гашения электрической дуги.
30. Выключатели: назначение, классификация, требования к выключателям, выбор выключателей.
31. Масляные баковые выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
32. Маломасляные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
33. Воздушные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
34. Вакуумные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
35. Элегазовые выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
36. Электромагнитные выключатели: конструкция, достоинства, недостатки, область применения.
37. Разъединители: назначение, типы, выбор разъединителей.
38. Измерительные трансформаторы тока: назначение, типы, выбор трансформаторов тока.
39. Измерительные трансформаторы напряжения: назначение, схемы соединения, типы, выбор трансформаторов напряжения.
40. Конструкции проводников и токопроводов и область их применения. Нагрев проводников в нормальном режиме и при коротком замыкании.
41. Турбогенераторы: особенности конструкции, способы охлаждения.
42. Гидрогенераторы: особенности конструкции.
43. Схема питания собственных нужд блочной электростанции.
44. Схема питания собственных нужд ТЭЦ с поперечными связями по пару.
45. Классификация распределительных устройств. Конструкции закрытых распределительных устройств.
46. Классификация распределительных устройств. Конструкции открытых распределительных устройств.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций», 6 семестр

1. Методика оценки

В курсовой работе разрабатывается главная схема электрических соединений ТЭЦ (как правило, с одним повышенным напряжением) или КЭС (с двумя повышенными напряжениями). Исходные данные для генераторов включают в себя число, активную мощность и номинальное напряжение. Другие параметры, необходимые для расчетов, берутся из каталогов. В исходных данных указано напряжение, на котором станция связана с системой, число и длина линий связи, а также аварийный резерв в прилегающей части системы, который необходимо учитывать при выборе трансформаторов (автотрансформаторов) связи. Нагрузки заданы в виде числа и максимальной активной мощности потребителей. Они приведены к шинам станции с учетом потерь в сети.

Курсовая работа должна содержать следующие последовательно выполняемые разделы (таблица 1).

Таблица 1

Структура курсовой работы

№	Наименование раздела	Примерный объем работы, %
1	Разработка вариантов структурной схемы ТЭС	10
2	Выбор основного электрооборудования: генераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов	10
3	Выбор схем распределительных устройств и составление принципиальной схемы ТЭС	10
4	Расчет токов короткого замыкания	30
5	Выбор электрических аппаратов	20
6	Графическая часть – чертеж главной схемы электрических соединений	20

Выполненная и представленная к защите курсовая работа должна содержать пояснительную записку и чертеж главной схемы с указанием основного электрического оборудования и аппаратов. Формат чертежа произвольный, по выбору студента.

При защите курсовой работы оценивается правильность расчетов, выбора схем и оборудования, а также способность студента обосновать целесообразность принятых решений.

2. Критерии оценки

- работа считается **не выполненной**, если в ней не выбрано или выбрано с ошибками более 30% необходимого оборудования или неверно выбраны схемы двух и более распределительных устройств, оценка составляет 0-49 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если в ней правильно выбрано более 70% необходимого оборудования и схема хотя бы одного распределительного устройства, чертеж главной схемы соответствует пояснительной записке. оценка составляет 50-72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если нет существенных неточностей

в выборе оборудования и главной схеме электростанции, оценка составляет 73–86 баллов.

- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если в ней правильно выполнен выбор основного оборудования и составлена главная схема электрических соединений и студент способен обосновать целесообразность принятых решений, оценка составляет 87-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине балл за курсовую работу учитывается с коэффициентом 0.34 – студент получает 34 балла за работу в семестре при оценке за курсовую 100 баллов (правила балльно-рейтинговой системы приведены в рабочей программе дисциплины).

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы)

В общем виде тема курсовой работы формулируется как «электрическая часть КЭС/ТЭЦ $X(n \cdot Y)$ МВт», где X – суммарная установленная мощность электростанции, n – количество генераторов, Y – мощность одного генератора. Примерные варианты исходных данных приведены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты исходных данных

№ варианта	Тип ЭС	Генераторы, число и мощность (МВт)	Система			
			U , кВ	Кол-во линий связи	Протяжённость линий связи, км	Мощность аварийного резерва, МВт
1	ТЭЦ	5×63, 3×110	220	7	100	130
2	КЭС	6×320	500	4	345	320
3	ТЭЦ	7×110	220	8	85	110
4	КЭС	7×63	220	5	120	130
5	КЭС	5×500, 2×800	500	7	425	800

Таблица 2 (окончание)

№ варианта	Нагрузки потребителей			
	U , кВ	Число и мощность, $n \times \text{МВт}$	Коэфф-т одновременности, о.е.	$\cos \varphi$, о.е.
1	10	20×5.3	0.90	0.89
2	220	5×55	0.86	0.80
3	10	20×5.5	0.86	0.88
4	110	5×12.5	0.82	0.82
5	220	7×90	0.84	0.82

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы)

1. Условия выбора трансформаторов связи для ТЭЦ с генераторным распределительным устройством.
2. Условия выбора автотрансформаторов связи для КЭС.

3. Условия выбора высоковольтных выключателей.
4. Условия выбора разъединителей.
5. Условия выбора измерительных трансформаторов тока и напряжения.
6. Назвать режим нейтрали в цепи генераторного напряжения и на каждом распределительном устройстве.
7. Обосновать выбор схемы распределительного устройства генераторного напряжения на ТЭЦ.
8. Обосновать выбор схем распределительных устройств среднего и высокого напряжения на КЭС.
9. Показать на главной схеме электрических соединений трансформаторы собственных нужд, измерительные трансформаторы, трансформаторы связи, генераторы, выключатели, разъединители, сборные шины.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций», 6 семестр

1. Методика оценки

В курсовой работе разрабатывается главная схема электрических соединений ТЭЦ (как правило, с одним повышенным напряжением) или КЭС (с двумя повышенными напряжениями). Исходные данные для генераторов включают в себя число, активную мощность и номинальное напряжение. Другие параметры, необходимые для расчетов, берутся из каталогов. В исходных данных указано напряжение, на котором станция связана с системой, число и длина линий связи, а также аварийный резерв в прилегающей части системы, который необходимо учитывать при выборе трансформаторов (автотрансформаторов) связи. Нагрузки заданы в виде числа и максимальной активной мощности потребителей. Они приведены к шинам станции с учетом потерь в сети.

Курсовая работа должна содержать следующие последовательно выполняемые разделы (таблица 1).

Таблица 1

Структура курсовой работы

№	Наименование раздела	Примерный объем работы, %
1	Разработка вариантов структурной схемы ТЭС	10
2	Выбор основного электрооборудования: генераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов	10
3	Выбор схем распределительных устройств и составление принципиальной схемы ТЭС	10
4	Расчет токов короткого замыкания	30
5	Выбор электрических аппаратов	20
6	Графическая часть – чертеж главной схемы электрических соединений	20

Выполненная и представленная к защите курсовая работа должна содержать пояснительную записку и чертеж главной схемы с указанием основного электрического оборудования и аппаратов. Формат чертежа произвольный, по выбору студента.

При защите курсовой работы оценивается правильность расчетов, выбора схем и оборудования, а также способность студента обосновать целесообразность принятых решений.

2. Критерии оценки

- работа считается **не выполненной**, если в ней не выбрано или выбрано с ошибками более 30% необходимого оборудования или неверно выбраны схемы двух и более распределительных устройств, оценка составляет 0-49 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если в ней правильно выбрано более 70% необходимого оборудования и схема хотя бы одного распределительного устройства, чертеж главной схемы соответствует пояснительной записке. оценка составляет 50-72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если нет существенных неточностей

в выборе оборудования и главной схеме электростанции, оценка составляет 73–86 баллов.

- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если в ней правильно выполнен выбор основного оборудования и составлена главная схема электрических соединений и студент способен обосновать целесообразность принятых решений, оценка составляет 87-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине балл за курсовую работу учитывается с коэффициентом 0.34 – студент получает 34 балла за работу в семестре при оценке за курсовую 100 баллов (правила балльно-рейтинговой системы приведены в рабочей программе дисциплины).

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы)

В общем виде тема курсовой работы формулируется как «электрическая часть КЭС/ТЭЦ $X(n \cdot Y)$ МВт», где X – суммарная установленная мощность электростанции, n – количество генераторов, Y – мощность одного генератора. Примерные варианты исходных данных приведены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты исходных данных

№ варианта	Тип ЭС	Генераторы, число и мощность (МВт)	Система			
			U , кВ	Кол-во линий связи	Протяжённость линий связи, км	Мощность аварийного резерва, МВт
1	ТЭЦ	5×63, 3×110	220	7	100	130
2	КЭС	6×320	500	4	345	320
3	ТЭЦ	7×110	220	8	85	110
4	КЭС	7×63	220	5	120	130
5	КЭС	5×500, 2×800	500	7	425	800

Таблица 2 (окончание)

№ варианта	Нагрузки потребителей			
	U , кВ	Число и мощность, $n \times \text{МВт}$	Коэфф-т одновременности, о.е.	$\cos \varphi$, о.е.
1	10	20×5.3	0.90	0.89
2	220	5×55	0.86	0.80
3	10	20×5.5	0.86	0.88
4	110	5×12.5	0.82	0.82
5	220	7×90	0.84	0.82

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы)

1. Условия выбора трансформаторов связи для ТЭЦ с генераторным распределительным устройством.
2. Условия выбора автотрансформаторов связи для КЭС.

3. Условия выбора высоковольтных выключателей.
4. Условия выбора разъединителей.
5. Условия выбора измерительных трансформаторов тока и напряжения.
6. Назвать режим нейтрали в цепи генераторного напряжения и на каждом распределительном устройстве.
7. Обосновать выбор схемы распределительного устройства генераторного напряжения на ТЭЦ.
8. Обосновать выбор схем распределительных устройств среднего и высокого напряжения на КЭС.
9. Показать на главной схеме электрических соединений трансформаторы собственных нужд, измерительные трансформаторы, трансформаторы связи, генераторы, выключатели, разъединители, сборные шины.