

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4; 7 семестр - 7; всего - 11
Часов (всего) по учебному плану:	396 часа
Лекции	5 семестр - 32 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Практические занятия	5 семестр - 16 часов; 7 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов; 7 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Консультации	5 семестр - 2 часа; 7 семестр - 18 часов; всего - 20 часов
Самостоятельная работа	5 семестр - 77,7 часа; 7 семестр - 165,2 часа; всего - 242,9 часа
в том числе на КП/КР	7 семестр - 51,7 часа;
Иная контактная работа	7 семестр - 4 часа;
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа Лабораторная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;
Защита курсового проекта	7 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа; всего - 1,1 часа

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гусев О.Ю.
	Идентификатор	Ra9cc2490-GusevOY-4e595360

(подпись)

О.Ю. Гусев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедрой

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение электрооборудования и схем электрических соединений электростанций и подстанций, принципов проектирования электроустановок и выбора силового электрооборудования

Задачи дисциплины

- получить знания об основных параметрах, конструкциях и принципах работы электрооборудования электростанций и подстанций с учетом особенностей их технологического цикла;
- изучить схемы электрических соединений электростанций и подстанций, распределительных устройств, систем собственных нужд;
- научиться выполнять предпроектное исследование при проектировании электроустановки;
- научиться выполнять схемы электрических соединений электроустановок с использованием принятых (стандартных) способов графического отображения;
- научиться принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании электроустановок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-6оПК-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	знать: - условные графические изображения элементов электростанций и подстанций. уметь: - составлять главную схему электрических соединений подстанции; - составлять главную схему электрических соединений электростанции.
ПК-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности	ИД-1ПК-1 Демонстрирует знание основных способов производства, передачи и распределения электроэнергии	знать: - методы и средства ограничения токов короткого замыкания; - основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов; - состав электрооборудования собственных нужд электроустановок и систем оперативного постоянного тока; - назначение и основные характеристики силового электрооборудования; - методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности; - типовые структурные схемы электростанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>- типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд;</p> <p>- методику технико-экономического сопоставления вариантов структурных схем электроустановок и их схем распределительных устройств;</p> <p>- методики выбора и проверки проводников и коммутационных аппаратов.</p> <p>уметь:</p> <p>- составлять варианты структурных схем подстанций с учетом технических ограничений и задания;</p> <p>- применять методы и средства ограничения токов короткого замыкания;</p> <p>- производить выбор и проверку проводников и аппаратов;</p> <p>- выбирать мощность трансформаторов и двигателей собственных нужд;</p> <p>- составлять варианты структурных схем электростанций с учетом технических ограничений и задания;</p> <p>- рассчитывать технико-экономические показатели вариантов электроустановки и выбирать оптимальный вариант.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика и электротехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основные параметры и характеристики электрических машин
- знать Теорию электрических цепей трехфазного переменного тока
- знать Основы экономики энергетических предприятий
- уметь Рассчитывать режимы линейных электрических цепей
- уметь Проводить расчет и анализ цепей переменного тока

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Раздел 1	6	5	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> [1] стр. 11-26 [2] стр. 12-23 [4] стр. 10-14, 19-30 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 11-26 [2], стр. 12-23 [4], стр. 10-14, 19-30 [7], стр. 11-26</p>	
1.1	Общие сведения об объектах электроэнергетики	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Раздел 2	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
2.1	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
3	Раздел 3	20	5	2	8	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 1 <u>Самостоятельное изучение</u> <u>теоретического материала:</u> [1] стр. 141-</p>	
3.1	Коммутационные электрические	20		2	8	2	-	-	-	-	-	-	8		-

	аппараты												180, [2] стр. 197-198, 206-208, 214-215, 222-226. <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 4 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 3 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 197-198, 206-208, 214-215, 222-226 [7], стр. 141-180
4	Раздел 4	12	2	4	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 6
4.1	Измерительные трансформаторы и устройства	12	2	4	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 5 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 180-190 [2], стр. 197-198, 206-208, 214-215, 222-226 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 197-198, 206-208, 214-215, 222-226 [7], стр. 180-190
5	Раздел 5	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр. 229-236, [2] стр. 344-365, [3] стр. 111-114, 118-136, [4] стр. 319-328, 339-341, 346-355.
5.1	Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 7 <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполняется первый этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж главной схемы электрических соединений подстанции. Студентам необходимо решить задачу по выбору структурной схемы электрической подстанции. Для чего необходимо выбрать количество и типоразмер силовых трансформаторов, предложить схему РУ всех заданных классов напряжения. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 344-365

													[4], стр. 319-328, 339-341, 346-355 [7], стр. 229-236 [8], стр. 111-114, 118-136
6	Раздел 6	16	4	4	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 8
6.1	Схемы распределительных устройств электроустановок	16	4	4	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполняется второй этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж главной схемы электрических соединений подстанции. Студентам необходимо решить задачу по выбору распределительных устройств всех заданных классов напряжения. Для чего необходимо, из предложенных на предыдущем этапе выполнения РГЗ вариантов схем РУ, путем сопоставительного анализа выбрать распределительные устройства на каждый класс напряжения ПС. Далее следует начертить главную схему электрических соединений ПС. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр. 236-252, [2] стр. 335-344, [3] стр. 148-173, [4] стр. 332-338, 341-346, 354-360. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 335-344 [4], стр. 332-338, 341-346, 354-360 [7], стр. 236-252 [8], стр. 148-173
7	Раздел 7	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр. 30-55, [2] стр. 235-263, [4] стр. 94-111.
7.1	Синхронные генераторы и компенсаторы	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполняется 1й этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж структурной схемы электростанции. Студентам необходимо решить задачу по выбору типоразмера синхронного генератора. Для чего необходимо исходя из

													заданной мощности и типа электростанции выбрать типоразмер синхронного генератора. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 235-263 [4], стр. 94-111 [7], стр. 30-55
8	Раздел 8	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
8.1	Типы электростанций, особенности их технологического процесса	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>теоретического материала:</u> [1] стр. 11-26 [2] стр. 12-23 [4] стр. 10-14, 19-30. <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполняется 2й этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж структурной схемы электростанции. Студентам, исходя из заданного типа электростанции и критерия допустимого, по условиям устойчивости электроэнергетической системы, сброса мощности, необходимо решить задачу по выбору типа блоков электростанции. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 12-23 [4], стр. 10-14, 19-30 [7], стр. 11-26
9	Раздел 9	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
9.1	Структурные схемы электрических станций	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>теоретического материала:</u> [1] стр. 229-236, [2] стр. 344-365, [3] стр. 111-114, 118-136, [4] стр. 319-328, 339-341, 346-355. <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполняется 3й этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж структурной схемы электростанции. Студентам, исходя из критерия минимума потерь электрической энергии в нормальном режиме работы, необходимо решить задачу по выбору количества и типоразмера (авто)трансформаторов связи и

													распределения количества и типа блоков между распределительными устройствами. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 344-365 [3], стр. 111-114, 118-136 [4], стр. 319-328, 339-341, 346-355 [7], стр. 229-236 [8], стр. 111-114, 118-136	
10	Раздел 10	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполняется 4й этап РГЗ, в рамках которого необходимо выполнить чертеж структурной схемы электростанции. Студентам, исходя принятых на первых трех этапах решений РГЗ по типу и количеству блоков, количества РУ, типоразмера и количества (авто)трансформаторов связи, необходимо решить задачу по выбору схемы электроснабжения системы собственных нужд электростанции, начертить структурную схему электростанции.
10.1	Собственные нужды электростанций	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр. 253-263, [2] стр. 380-382, 394-407, [4] стр. 361-390. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 380-382, 394-407 [4], стр. 361-390 [7], стр. 253-263
	Зачет с оценкой	20.0		-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0		32	16	16	-	2	-	-	0.3	60	17.7	
	Итого за семестр	144.0		32	16	16	2	-	-	-	0.3	77.7		
11	Раздел 11	30	7	8	4	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [6] – стр. 6 – 21, 73 – 114, 147 – 157, 115 – 134.
11.1	Выбор структурной схемы электроустановки и их распределительных устройств	30		8	4	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 344 – 365

													[6], стр. 6–21, 73–114, 147–157, 115–134
12	Раздел 12	20	6	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
12.1	Основные требования к электрооборудованию . Расчетные условия выбора и проверки электрооборудования	20	6	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>теоретического материала:</u> [5] – стр. 16 – 19, 183 – 192, 241 – 254, 273 – 274, 283 – 286. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 16–19, 183–192, 241–254, 273–274, 283–286
13	Раздел 13	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
13.1	Методы и средства ограничения токов короткого замыкания	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>теоретического материала:</u> [5] – стр. 193 – 240. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 193–240
14	Раздел 14	22	2	4	2	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
14.1	Главные схемы электрических соединений	22	2	4	2	-	-	-	-	-	14	-	<u>теоретического материала:</u> [2] – стр. 344 – 365.
15	Раздел 15	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
15.1	Электродинамическая стойкость проводников	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>теоретического материала:</u> [5] – стр. 172 – 182, 255 – 272. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 172–182, 255–272
16	Раздел 16	26	6	4	2	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
16.1	Конструкции распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций	26	6	4	2	-	-	-	-	-	14	-	<u>теоретического материала:</u> [5] – стр. 424 – 455, 255 – 272. [6] – стр. 229 – 310. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 424–455, 255–272 [6], стр. 229–310
17	Раздел 17	22	6	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение</u>
17.1	Системы собственных нужд электроустановок	22	6	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>теоретического материала:</u> [6] – стр. 189 – 228. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 189–228
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	72.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	

	Всего за семестр	252.0		32	16	16	16	2	4	-	0.8	131.7	33.5	
	Итого за семестр	252.0		32	16	16	18		4		0.8	165.2		
	ИТОГО	396.0	-	64	32	32	20		4		1.1	242.9		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Раздел 1

1.1. Общие сведения об объектах электроэнергетики

Назначение и структура энергосистем и их элементов. Состояние и перспективы развития ЭЭ в РФ. Проблемы функционирования и развития ЭЭ в РФ. Реформа ЭЭ в РФ..

2. Раздел 2

2.1. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы

Классификация и общие сведения. Типы и параметры (А)Т. Системы охлаждения. Тепловая диаграмма. Нагрев (А)Т при неравномерном графике нагрузки. Срок службы и износ. Руководство по нагрузочной способности. Электродинамическая стойкость. Системы пожаротушения..

3. Раздел 3

3.1. Коммутационные электрические аппараты

Электрическая дуга. Способы воздействия на дугу. Дугогасящие устройства в высоковольтных выключателях. Назначение выключателей. Требования к выключателям. Достоинства и недостатки выключателей разных видов. Разъединители. Коммутационные аппараты до 1000 В. Предохранители..

4. Раздел 4

4.1. Измерительные трансформаторы и устройства

Трансформаторы напряжения. Сведения о конструкции. Трансформаторы тока. Сведения о конструкции. Параметры, схемы соединения обмоток, схемы включения. Области применения..

5. Раздел 5

5.1. Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций

Графики нагрузки. Упрощенная методика выбора трансформаторов. Уточненная методика выбора трансформаторов. Схемы электроснабжения с.н. подстанций..

6. Раздел 6

6.1. Схемы распределительных устройств электроустановок

Общие требования к схемам РУ. Схемы РУ радиального типа. Схемы РУ кольцевого типа. Схемы РУ упрощенные. Оперативные переключения..

7. Раздел 7

7.1. Синхронные генераторы и компенсаторы

Типы СГ. Параметры СГ. Системы охлаждения СГ. Системы возбуждения СГ. Включение СГ на параллельную работу. Режимы работы..

8. Раздел 8

8.1. Типы электростанций, особенности их технологического процесса

Особенности производства ЭЭ на КЭС. Особенности производства ЭЭ на ТЭЦ. Особенности производства ЭЭ на АЭС. Особенности производства ЭЭ на ГЭС. Особенности производства ЭЭ на базе ГТУ. Особенности производства ЭЭ на базе СЭС. Особенности производства ЭЭ на базе ВЭС..

9. Раздел 9

9.1. Структурные схемы электрических станций

Типы блоков, применяемых на электрических станциях. Структурные схемы КЭС. Структурные схемы ТЭЦ. Структурные схемы АЭС. Структурные схемы ГЭС, ГАЭС. Структурные схемы СЭС. Структурные схемы ВЭС..

10. Раздел 10

10.1. Собственные нужды электростанций

Классификация электроприемников с.н. Тип электропривода установок с.н. Выбор ТСН. Схемы электроснабжения с.н. КЭС. Схемы электроснабжения с.н. ТЭЦ. Схемы электроснабжения с.н. АЭС. Схемы электроснабжения с.н. ГЭС..

11. Раздел 11

11.1. Выбор структурной схемы электроустановки и их распределительных устройств

Основные термины и определения. Стадии проектирования. Проектная и рабочая документация. Задание на проектирование, исходные данные. Технологические особенности электростанций различного типа, учитываемые в задачах проектирования. Схема присоединения к энергосистеме. Напряжение и число линий выдачи мощности. Особенности подстанций. Методика обоснования и выбора структурных схем электростанций и подстанций. Составление возможных вариантов структурной схемы электростанции и подстанции с учетом технических ограничений. Графики нагрузки электрооборудования. Методика расчета дисконтированных затрат при выборе структурных схем. Технические преимущества и недостатки равноэкономичных вариантов. Требования к распределительным устройствам электростанций и подстанций. Типовая сетка схем коммутации. Сопоставление вариантов схем распределительных устройств с учетом показателей надежности. Особенности распределительных устройств подстанций..

12. Раздел 12

12.1. Основные требования к электрооборудованию. Расчетные условия выбора и проверки электрооборудования

Назначение и роль электрооборудования, режимы его работы. Требования к электрооборудованию в части уровня изоляции, допустимого нагрева в продолжительных режимах, стойкости при коротких замыканиях (КЗ), коммутационной способности. Нагрев проводников и аппаратов при коротких замыканиях. Расчет интеграла Джоуля. Термическая стойкость и невозгораемость кабелей. Выбор электрооборудования по условиям нормального режима. Проверка электрооборудования по условиям аварийного режима. Расчет токов короткого замыкания для выбора проводников и аппаратов..

13. Раздел 13

13.1. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания

Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Решение вопроса о возможном способе ограничения токов короткого замыкания. Требования к токоограничивающим устройствам. Применение токоограничивающих реакторов. Ограничение тока однофазных коротких замыканий..

14. Раздел 14

14.1. Главные схемы электрических соединений

Условные графические обозначения электрооборудования на электрических схемах. Расстановка электрооборудования и аппаратов на схемах..

15. Раздел 15

15.1. Электродинамическая стойкость проводников

Электродинамические силы при коротких замыканиях. Электродинамическая стойкость проводников. Проверка шинных конструкций с жесткими опорами на электродинамическую стойкость. Особенности расчета на электродинамическую стойкость жесткой ошиновки напряжением свыше 110 кВ..

16. Раздел 16

16.1. Конструкции распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций

Требования, предъявляемые к распределительным устройствам. Классификация конструкций распределительных устройств. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией. Схема заполнения, разрезы, план. Типовая конструкция распределительного устройства по схеме «две системы сборных шин с обходной системой шин. Гибкая и жесткая ошиновки..

17. Раздел 17

17.1. Системы собственных нужд электроустановок

Состав электроприемников систем собственных нужд электрических станций и подстанций. Выбор электрооборудования собственных нужд. Самозапуск двигателей в системе собственных нужд электрических станций. Системы оперативного постоянного тока..

3.3. Темы практических занятий

1. Измерительные ТТ и ТН, системы измерений и контроля (2 часа);
2. Структурные схемы электрических станций. Подготовка к выполнению ТР №2 (6 часов);
3. Выбор схем распределительных устройств на основе технико-экономического сопоставления (2 часа);
4. Выбор структурной схемы подстанции на основе технико-экономического сопоставления (3 часа);
5. Выбор структурной схемы электростанции на основе технико-экономического сопоставления (3 часа);
6. Выбор аккумуляторной батареи (2 часа);
7. Собственные нужды электростанций. Подготовка к выполнению ТР № 2 (6 часов);
8. Подготовка к выполнению ТР № 1 (4 часа);
9. Структурные схемы подстанций (6 часов);

10. Выбор мощности асинхронных двигателей и трансформаторов собственных нужд электростанций (4 часа);
11. Электродинамическая стойкость шинных конструкций (2 часа);
12. Конструкция распределительных устройств (6 часов);
13. Выбор коммутационных аппаратов и проводников (2 часа);
14. Коммутационные электрические аппараты (2 часа);
15. Способы ограничения токов короткого замыкания (4 часа);
16. Расчет токов короткого замыкания (2 часа);
17. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Упрощенная методика выбора;
18. Схемы распределительных устройств. Системы измерения и контроля (6 часов).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Шинные конструкции;
2. Измерительные трансформаторы напряжения;
3. Конструкция ОРУ;
4. Измерительные трансформаторы тока;
5. Предохранители;
6. Выключатели свыше 1000 В;
7. Коммутационные аппараты до 1000 В;
8. Разъединители свыше 1000 В.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Раздел 1"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Раздел 2"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Раздел 3"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Раздел 4"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Раздел 5"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Раздел 6"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

12. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 12"
13. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 13"
14. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 14"
15. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 15"
16. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 16"
17. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Раздел 17"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

7 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Проектирование электроустановки

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 3	4 - 5	6 - 8	9 - 12	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выбор структурной схемы электроустановки
2	Выбор схем распределительных устройств
3	Расчет токов короткого замыкания и выбор электрооборудования
4	Оформление КП и чертеж главной схемы электрических соединений

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)																Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
Знать:																			
условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	ИД-6ОПК-4	+																	Расчетно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"
методики выбора и проверки проводников и коммутационных аппаратов	ИД-1ПК-1													+	+		+		Контрольная работа/Контрольная работа № 2 "Выбор проводников и кабельных линий"
методику технико-экономического сопоставления вариантов структурных схем электроустановок и их схем распределительных устройств	ИД-1ПК-1					+				+									Расчетно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"
типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	ИД-1ПК-1					+	+												Расчетно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"
типовые структурные схемы электростанций, схемы их	ИД-1ПК-1						+			+	+								Расчетно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 2

распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд																		"Разработка структурной схемы электростанции"
методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	ИД-1ПК-1		+			+												Контрольная работа/Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых трансформаторов по упрощенной методике"
назначение и основные характеристики силового электрооборудования	ИД-1ПК-1		+	+	+				+									Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №№ 1-8
состав электрооборудования собственных нужд электроустановок и систем оперативного постоянного тока	ИД-1ПК-1									+								Тестирование/Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд"
основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	ИД-1ПК-1								+									Расчетно-графическая работа/Расчетно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"
методы и средства ограничения токов короткого замыкания	ИД-1ПК-1															+		Контрольная работа/Контрольная работа № 3 "Выбор токоограничивающих реакторов"
Уметь:																		
составлять главную схему	ИД-60ПК-4								+									Расчетно-графическая

электрических соединений электростанции																		работа/Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"
составлять главную схему электрических соединений подстанции	ИД-60ПК-4																	Расчётно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"
рассчитывать технико-экономические показатели вариантов электроустановки и выбирать оптимальный вариант	ИД-1ПК-1																	Контрольная работа/Контрольная работа № 4 "Выбор шинных конструкций" Контрольная работа/Контрольная работа № 5 "Конструкция ОРУ"
составлять варианты структурных схем электростанций с учетом технических ограничений и задания	ИД-1ПК-1																	Расчётно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"
выбирать мощность трансформаторов и двигателей собственных нужд	ИД-1ПК-1																	Контрольная работа/Контрольная работа № 6 "Выбор мощности асинхронного двигателя"
производить выбор и проверку проводников и аппаратов	ИД-1ПК-1																	Контрольная работа/Контрольная работа № 2 "Выбор проводников и кабельных линий"
применять методы и средства ограничения	ИД-1ПК-1																	Контрольная работа/Контрольная работа

токов короткого замыкания																			№ 3 "Выбор токоограничивающих реакторов"
составлять варианты структурных схем подстанций с учетом технических ограничений и задания	ИД-1ПК-1					+													Расчетно-графическая работа/Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа)
2. Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд" (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа)
2. Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 2 "Выбор проводников и кабельных линий" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 3 "Выбор токоограничивающих реакторов" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 4 "Выбор шинных конструкций" (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 5 "Конструкция ОРУ" (Контрольная работа)
5. Контрольная работа № 6 "Выбор мощности асинхронного двигателя" (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценки за 7 семестр.

Курсовой проект (КП) (Семестр №7)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Старшинов, В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие по курсу "Электроэнергетика и электротехника" / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина ; ред. В. А. Старшинов . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 296 с. - ISBN 978-5-383-00874-4 .;

2. Электрическая часть станций и подстанций : Учебник для вузов по специальности "Электрические станции" / Ред. А. А. Васильев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 576 с. - ISBN 5-283-01020-1 .;

3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов по всем специальностям направления 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 288 с. - ISBN 978-5-383-00401-2 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5284>;

4. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций : Учебник для электроэнергетических специальностей вузов / Б. Н. Неклепаев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 640 с.;

5. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроэнергетические системы и сети", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, и др. – М. : АКАДЕМИЯ, 2005 . – 416 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-1998-3 .;

6. Околович, М. Н. Проектирование электрических станций : Учебник для вузов по специальности "Электрические станции" / М. Н. Околович . – М. : Энергоиздат, 1982 . – 400 с.;

7. Старшинов В.А.- "Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012703.html>;

8. Балаков Ю.Н. , Мисриханов М.Ш. , Шунтов А.В. - "Проектирование схем электроустановок", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (288 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72271.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. GuPlanAC.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>

7. База данных **Web of Science** - <http://webofscience.com/>
8. База данных **Scopus** - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы **American Chemical Society** - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы **American Institute of Physics** - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы **American Physical Society** - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства **Annual Reviews Science Collection** - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных **Association for Computing Machinery Digital Library** - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства **Cambridge University Press** - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных **IEL** издательства **IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)** - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных **Computers & Applied Sciences Complete (CASC)** - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных **INSPEC** на платформе компании **EBSCO Publishing** - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы **Institute of Physics (IOP), Великобритания** - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества **Optical Society of America (OSA)** - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база **Orbit Intelligence** компании **Questel** - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства **Oxford University Press** - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций **ProQuest Dissertations and Theses Global** - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы **Royal Society of Chemistry** - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства **SAGE Publication (Sage)** - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал **Science** - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества **Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library** - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов **Taylor & Francis Group** - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии **Thieme Chemistry Package** компании **Georg Thieme Verlag KG** - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства **Wiley** - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека **МЭИ (ЭБ МЭИ)** - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных **Российской Федерации** - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных **Министерства труда и социальной защиты РФ** - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных профессиональных стандартов **Министерства труда и социальной защиты РФ** - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных **Министерства экономического развития РФ** - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных **Росфинмониторинга** - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных **"Polpred.com Обзор СМИ"** - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система «**Кодекс/Техэксперт**» - <Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения «**Открытое образование**» - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт **Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии** - <http://protect.gost.ru/>

42. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» -

<https://uisrussia.msu.ru>

43. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

44. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>

45. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭС-31, Учебная лаборатория "Электрооборудование собственных нужд электростанций и подстанций"	стол преподавателя, стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, оборудование учебное, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭС-21а, Помещение для учебного инвентаря	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические станции и подстанции

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа)
- КМ-2 Расчетно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Расчетно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)
- КМ-9 Тест № 1 "Электрооборудование собственных нужд" (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-9
		Неделя КМ:	4	8	12	16	16
1	Раздел 1						
1.1	Общие сведения об объектах электроэнергетики			+			
2	Раздел 2						
2.1	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы		+			+	
3	Раздел 3						
3.1	Коммутационные электрические аппараты					+	
4	Раздел 4						
4.1	Измерительные трансформаторы и устройства					+	
5	Раздел 5						
5.1	Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций		+	+	+		
6	Раздел 6						
6.1	Схемы распределительных устройств электроустановок			+	+		
7	Раздел 7						

7.1	Синхронные генераторы и компенсаторы				+	
8	Раздел 8					
8.1	Типы электростанций, особенности их технологического процесса				+	
9	Раздел 9					
9.1	Структурные схемы электрических станций				+	
10	Раздел 10					
10.1	Собственные нужды электростанций				+	+
Вес КМ, %:		20	30	20	20	10

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Контрольная работа № 2 "Выбор проводников и кабельных линий" (Контрольная работа)
КМ-6 Контрольная работа № 3 "Выбор токоограничивающих реакторов" (Контрольная работа)
КМ-7 Контрольная работа № 4 "Выбор шинных конструкций" (Контрольная работа)
КМ-8 Контрольная работа № 5 "Конструкция ОРУ" (Контрольная работа)
КМ-9 Контрольная работа № 6 "Выбор мощности асинхронного двигателя" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	6	8	12	16	16
1	Раздел 11						
1.1	Выбор структурной схемы электроустановки и их распределительных устройств				+	+	
2	Раздел 12						
2.1	Основные требования к электрооборудованию. Расчетные условия выбора и проверки электрооборудования		+				+
3	Раздел 13						
3.1	Методы и средства ограничения токов короткого замыкания		+	+			
4	Раздел 14						
4.1	Главные схемы электрических соединений				+	+	
5	Раздел 15						

5.1	Электродинамическая стойкость проводников	+				
6	Раздел 16					
6.1	Конструкции распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций					+
7	Раздел 17					
7.1	Системы собственных нужд электроустановок			+	+	
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Электрические станции и подстанции

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 КМ-1

КМ-2 КМ-2

КМ-3 КМ-3

КМ-4 КМ-4

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	5	8	12
1	Выбор структурной схемы электроустановки		+			
2	Выбор схем распределительных устройств			+		
3	Расчет токов короткого замыкания и выбор электрооборудования				+	
4	Оформление КП и чертеж главной схемы электрических соединений					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25