

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрические машины объектов энергетики:
проектирование, эксплуатация, техническое диагностирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Коллоквиум Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ширинский С.В.
	Идентификатор	Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f

С.В. Ширинский

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение принципов функционирования устройств управления потоками энергии на основе силовых полупроводниковых регуляторов посредством разработки и изучения их компьютерных моделей..

Задачи дисциплины

- Освоить принципы работы силовых электронных аппаратов для различных применений;
- Приобрести навыки разработки компьютерных моделей полупроводниковых силовых устройств с системами управления;
- Приобрести навыки отладки и проверки работы компьютерных моделей силовой части и системы управления;
- Приобрести навыки анализа полученных характеристик устройств;
- Приобрести навыки выбора оптимальных параметров силовой части полупроводниковых силовых устройств и систем управления.

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
ПК-1 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок	ИД-2 _{ПК-1} Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки	знать: - Современное состояние развития полупроводниковой базы, нетрадиционных источников энергии, применение сетевых регуляторов для возобновляемой энергетики и в умных сетях и для повышения качества электроэнергии. уметь: - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых регуляторов из постоянного тока в постоянный.; - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых выпрямителей.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-1 _{ПК-2} Выбирает критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования	знать: - Принцип оценки тепловых потерь в силовых электронных преобразователях; - Принцип работы многоуровневых инверторов. уметь: - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели инверторов и однофазных сетевых регуляторов; - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели устройств компенсации реактивной мощности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические машины объектов энергетики: проектирование, эксплуатация, техническое диагностирование (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать принципы работы базовых схем силовой электроники
- знать методы расчетов электрических цепей и переходных процессов
- уметь разрабатывать модели электрических цепей в специализированном программном обеспечении
- уметь применять методы расчетов электрических цепей

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 4 зачетных единицы, 144 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	Регуляторы постоянного тока	27	1	4	6	8	-	-	-	-	-	9	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Регуляторы постоянного тока" <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Регуляторы постоянного тока" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Регуляторы постоянного тока" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Регуляторы постоянного тока" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
1.1	Полупроводниковые силовые приборы	18		2	6	4	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Регуляторы постоянного тока	9		2	-	4	-	-	-	-	-	3	-	

[5], 24-97

[5], 24-97

														[6], 51-78 [7], 296-336 [8], 252-272
2	Выпрямители	16		2	-	8	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Выпрямители" <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Выпрямители" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Выпрямители" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Выпрямители" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 188-213
2.1	Диодные и тиристорные выпрямители	8		1	-	4	-	-	-	-	-	3	-	
2.2	Корректор коэффициента мощности	8		1	-	4	-	-	-	-	-	3	-	
3	Инверторы напряжения и регуляторы	28.5		4.5	6	8	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Инверторы напряжения и регуляторы" <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе
3.1	Однофазный инвертор напряжения	8		1	-	4	-	-	-	-	-	3	-	
3.2	Трехфазный инвертор напряжения	1.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.3	Четырехквadrантный	8		1	-	4	-	-	-	-	-	3	-	

													занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Повышение качества электроэнергии" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 50-89
5	Современные тенденции в силовой электронике	14.5	1.5	4	-	-	-	-	-	-	9	-	<u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 249-310 [2], 249-310
5.1	Умные сети	5.5	0.5	2	-	-	-	-	-	-	3	-	
5.2	Электромобили, электрозарядка	4.5	0.5	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
5.3	Беспроводная зарядка	4.5	0.5	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16.0	16	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16.0	16	32	2		-		0.5	77.5		

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. Регуляторы постоянного тока

1.1. Полупроводниковые силовые приборы

Основные понятия в теории полупроводниковых материалов и их применение. р-п переход.. Силовые диоды. Силовые транзисторы: MOSFET, IGBT.. Современные тенденции развития силовых полупроводниковых приборов..

1.2. Регуляторы постоянного тока

Линейный регулятор напряжения постоянного тока. Импульсные регуляторы напряжения постоянного тока.

2. Выпрямители

2.1. Диодные и тиристорные выпрямители

Диодный выпрямитель. Диодный выпрямитель с выходным фильтром. Однофазный тиристорный выпрямитель. Анализ качества тока.

2.2. Корректор коэффициента мощности

Принцип работы. Система управления.

3. Инверторы напряжения и регуляторы

3.1. Однофазный инвертор напряжения

Принцип работы инвертора напряжения без широтно-импульсной модуляции. Импульсная модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока. Несущий и опорный сигналы. Коэффициент модуляции. Однофазный полумостовой инвертор напряжения. Регулирование основной гармоники выходного напряжения изменением коэффициента модуляции. Традиционные методы ШИМ в автономных инверторах. Однополярная и двуполярная модуляции в однофазных инверторах. Модифицированные методы синусоидальной ШИМ.

3.2. Трехфазный инвертор напряжения

Принцип работы трехфазного инвертора. Способы управления. Широтно-импульсная модуляция..

3.3. Четырехквadrантный регулятор

Принцип работы и структура четырехквadrантного регулятора. Топографическая диаграмма. Режимы работы регулятора: инвертирование, выпрямление, регулирование реактивной мощностью. Активный фильтр.

3.4. Многоуровневые схемы инвертора напряжения

Многоуровневый преобразователь с диодной блокировкой. Многоуровневый преобразователь с ячейко-гнездовой структурой конденсаторов. Многоуровневый преобразователь на H-каскадах.

4. Повышение качества электроэнергии

4.1. Показатели качества электроэнергии

Понятие идеальной электрической сети и нагрузки. Стандарты качества электроэнергии. Нормы качества электроэнергии. Мощность и неактивные составляющие..

4.2. Способы повышения качества электроэнергии

Компенсация реактивной мощности. Пассивные фильтры. Симметрирование токов и напряжений.

4.3. Компенсация реактивной мощности на основе конденсаторов

Расчет емкости конденсаторов. Вопрос коммутации конденсаторов..

4.4. Компенсация реактивной мощности на встречно-параллельных тиристорах

Принцип работы. Работа встречно-параллельных тиристорov на индуктивную нагрузку. Эквивалентная индуктивность. Расчет параметров компенсатора. Компенсация реактивной мощности.

4.5. Теория мощности

Классическая теория мощности в однофазных сетях. Комплексная мощность. Коэффициент мощности.. Теория мощности при несинусоидальных условиях. Определение мощности по Будеани и по Фрайзу. Теория мощности в трехфазных цепях. Теория мгновенной мощности. Преобразование Кларк. Преобразование Парка-Горева.

5. Современные тенденции в силовой электронике

5.1. Умные сети

Структура, принцип действия. Перспективы развития..

5.2. Электромобили, электрозарядка

Структура, принцип действия. Перспективы развития..

5.3. Беспроводная зарядка

Структура, принцип действия. Перспективы развития..

3.3. Темы практических занятий

1. Однофазный четырехквadrантный регулятор. Применение сетевых регуляторов в умных сетях;
2. Однофазный мостовой инвертор напряжения;
3. Моделирование и исследование корректора коэффициента мощности;
4. Регулирование напряжения, использованием активной зоны транзистора;
5. Теория мощностей. Методы расчетов мощностей.;
6. Импульсные регуляторы постоянного тока;
7. Компенсация реактивной мощностью с помощью конденсаторов;
8. Исследование однофазного диодного и тиристорного выпрямителей;
9. Регулирование реактивной мощностью статическим тиристорным компенсатором.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Оценка тепловых потерь полупроводниковых преобразователей;
2. Многоуровневый инвертор напряжения.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Регуляторы постоянного тока"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выпрямители"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Инверторы напряжения и регуляторы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Повышение качества электроэнергии"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современные тенденции в силовой электронике"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	
Знать:							
Современное состояние развития полупроводниковой базы, нетрадиционных источников энергии, применение сетевых регуляторов для возобновляемой энергетики и в умных сетях и для повышения качества электроэнергии	ИД-2ПК-1					+	Реферат/Современные тенденции в силовой электронике
Принцип работы многоуровневых инверторов	ИД-1ПК-2			+			Коллоквиум/Многоуровневые схемы инверторов
Принцип оценки тепловых потерь в силовых электронных преобразователях	ИД-1ПК-2	+					Коллоквиум/Оценка потерь в трехфазном инверторе
Уметь:							
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых выпрямителей	ИД-2ПК-1		+				Коллоквиум/Выпрямители
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых регуляторов из постоянного тока в постоянный.	ИД-2ПК-1	+					Коллоквиум/Регуляторы постоянного тока
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели устройств компенсации реактивной мощности	ИД-1ПК-2				+		Коллоквиум/Компенсация реактивной мощности
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели инверторов и однофазных сетевых регуляторов	ИД-1ПК-2			+			Коллоквиум/Инверторы и четырехквadrантный регулятор

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Современные тенденции в силовой электронике (Реферат)

Форма реализации: Защита задания

1. Инверторы и четырехквадрантный регулятор (Коллоквиум)
2. Многоуровневные схемы инверторов (Коллоквиум)
3. Оценка потерь в трехфазном инверторе (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Выпрямители (Коллоквиум)
2. Компенсация реактивной мощности (Коллоквиум)
3. Регуляторы постоянного тока (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка выставляется с учетом оценки за работу в семестре в соответствии с регламентом БАРС.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Бурман, А. П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлениям "Электроэнергетика", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / А. П. Бурман, Ю. К. Розанов, Ю. Г. Шакарян. – М. : Изд-во МЭИ, 2012. – 336 с. – ISBN 978-5-383-00738-9.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4247>;
2. Розанов Ю.К. , Бурман А.П. , Шакарян Ю.Г. - "Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (384 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72311;
3. Справочник по силовой электронике / Ю. К. Розанов, П. А. Воронин, С. Е. Рывкин, Е. Е. Чаплыгин ; ред. Ю. К. Розанов. – М. : Издательский дом МЭИ, 2014. – 472 с. – ISBN 978-5-383-00872-0.;
4. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / И. И. Карташев, и др. ; ред. Ю. В. Шаров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2017. – 347 с. – ISBN 978-5-383-01074-7.;

5. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения : учебное пособие / В. Я. Фролов, и др. – СПб. : Лань-Пресс, 2019. – 228 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-3507-4,;
6. Воронин, П. А. Силовые полупроводниковые ключи: Семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин. – М. : Додэка-XXI, 2001. – 384 с. – ISBN 5-941200-10-2,;
7. Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А.- "Силовая электроника", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (632 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72283;
8. Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е.- "Справочник по силовой электронике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (474 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72289.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SimInTech.

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 журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-215, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-215, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-205, Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стол, стул, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-215, Лекционная аудитория	

Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-206.1, Преподавательская	парта со скамьей, стеллаж для хранения книг, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-122, Кладовая	стеллаж, шкаф, шкаф для документов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Силовые электронные аппараты

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Регуляторы постоянного тока (Коллоквиум)
 КМ-2 Оценка потерь в трехфазном инверторе (Коллоквиум)
 КМ-3 Выпрямители (Коллоквиум)
 КМ-4 Инверторы и четырехквadrантный регулятор (Коллоквиум)
 КМ-5 Многоуровневные схемы инверторов (Коллоквиум)
 КМ-6 Компенсация реактивной мощности (Коллоквиум)
 КМ-7 Современные тенденции в силовой электронике (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	7	6	8	13	16	14
1	Регуляторы постоянного тока								
1.1	Полупроводниковые силовые приборы			+					
1.2	Регуляторы постоянного тока		+						
2	Выпрямители								
2.1	Диодные и тиристорные выпрямители				+				
2.2	Корректор коэффициента мощности				+				
3	Инверторы напряжения и регуляторы								
3.1	Однофазный инвертор напряжения					+			
3.2	Трехфазный инвертор напряжения					+			
3.3	Четырехквadrантный регулятор					+			
3.4	Многоуровневые схемы инвертора напряжения						+		
4	Повышение качества электроэнергии								
4.1	Показатели качества электроэнергии							+	

4.2	Способы повышения качества электроэнергии						+	
4.3	Компенсация реактивной мощности на основе конденсаторов						+	
4.4	Компенсация реактивной мощности на встречно-параллельных тиристорах						+	
4.5	Теория мощности						+	
5	Современные тенденции в силовой электронике							
5.1	Умные сети							+
5.2	Электромобили, электрозарядка							+
5.3	Беспроводная зарядка							+
Вес КМ, %:		15	10	15	15	10	10	25