

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3; 2 семестр - 4; всего - 7
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Практические занятия	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 48 часа; всего - 80 часов
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 59,7 часа; 2 семестр - 79,7 часа; всего - 139,4 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа; всего - 0,6 часа

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рожков А.Н.
	Идентификатор	R9429b7ad-RozhkovAN-a1946786

(подпись)

А.Н. Рожков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c


(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении компьютерного анализа электронных схем и их компонентов с использованием современных программ симуляции аналоговой и цифровой логики, описанной на языке SPICE, а также изучение применения моделирования электронных схем при проведении научных исследований

Задачи дисциплины

- освоение языка пользователя автоматизированных программ анализа на базе языка SPICE;
- овладение навыками представления нескольких уровней моделей электронных схем;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений на основе автоматизированного анализа электронных схемы.

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-3 способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИД-1 _{ОПК-3} Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности	знать: - входной язык автоматизированной программы компьютерного моделирования.
ОПК-3 способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИД-2 _{ОПК-3} Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности	уметь: - рассчитывать установившиеся и переходные процессы электронных схем силовой электроники с помощью автоматизированных программ анализа и моделирования.
ОПК-4 способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ИД-1 _{ОПК-4} Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	знать: - способы анализа и систематизации результатов автоматизированного моделирования;; - методы автоматизированного анализа электронных схем силовой электроники.
ОПК-4 способен разрабатывать и применять	ИД-2 _{ОПК-4} Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных	уметь: - применять автоматизированный анализ электронных схем при

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности	выполнении научных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника и микропроцессорная техника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 7 зачетных единиц, 252 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	Синтаксис языка SPICE	26.7	1	4	-	8	-	-	-	-	-	14.7	-			
1.1	Синтаксис языка SPICE	26.7		4	-	8	-	-	-	-	-	-	14.7		-	
2	Элементная база языка SPICE и моделей электронных схем	27		4	-	8	-	-	-	-	-	-	15		-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Описание языка SPICE и модели электронных схем" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Описание языка SPICE и модели электронных схем"</p>
2.1	Элементная база языка SPICE и моделей электронных схем	27		4	-	8	-	-	-	-	-	-	15		-	
3	Директивы языка SPICE	27		4	-	8	-	-	-	-	-	-	15		-	
3.1	Директивы языка SPICE	27		4	-	8	-	-	-	-	-	-	15		-	
4	Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки	27		4	-	8	-	-	-	-	-	-	15		-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки" <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p>
4.1	Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки	27		4	-	8	-	-	-	-	-	-	15		-	

													"Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки"
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0		16	-	32	-	-	-	0.3	59.7	-	
	Итого за семестр	108.0		16	-	32	-	-	-	0.3	59.7	-	
5	Моделирование работы линейного трансформатора	35.7	2	4	-	12	-	-	-	-	19.7	-	<p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование работы трансформатора"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование работы трансформатора"</p>
5.1	Моделирование работы линейного трансформатора	35.7		4	-	12	-	-	-	-	19.7	-	
6	Моделирование работы нелинейного трансформатора	36		4	-	12	-	-	-	-	20	-	
6.1	Модель нелинейного трансформатора	36		4	-	12	-	-	-	-	20	-	
7	Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи	36		4	-	12	-	-	-	-	20	-	
7.1	Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи	36		4	-	12	-	-	-	-	20	-	
8	Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью	36		4	-	12	-	-	-	-	20	-	
8.1	Моделирование схем	36		4	-	12	-	-	-	-	20	-	

	преобразователей электрической энергии с обратной связью												дополнительного материала по разделу "Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью"
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0		16	-	48	-	-	-	0.3	79.7	-	
	Итого за семестр	144.0		16	-	48	-	-	-	0.3	79.7	-	
	ИТОГО	252.0	-	32	-	80	-	-	-	0.6	139.4	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Синтаксис языка SPICE

1.1. Синтаксис языка SPICE

История создания языка SPICE. Существующие программы для работы со SPICE – моделями электронных компонентов. Текстовое описание схем и элементов..

2. Элементная база языка SPICE и моделей электронных схем

2.1. Элементная база языка SPICE и моделей электронных схем

Директивы работы программ: анализ работ режимов работы по постоянному току, частотный анализ, анализ переходных процессов, библиотеки, задание параметров. Зависимые источники напряжения и тока.

3. Директивы языка SPICE

3.1. Директивы языка SPICE

Описание и применения директив и команд языка SPICE при моделировании преобразовательных устройств.

4. Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки

4.1. Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки

Встроенные модели транзисторов: биполярные, MOSFET. Работа силового ключа на активную нагрузку. Работа силового ключа на индуктивную нагрузку. Работа силового ключа на ёмкостную нагрузку. Транзистор в режиме отсечки, насыщения, в активном режиме. Расчет статических и динамических потерь.

5. Моделирование работы линейного трансформатора

5.1. Моделирование работы линейного трансформатора

Модель трансформатора на базе зависимых источников тока и напряжения. Модель трансформатора на базе реактивных элементов..

6. Моделирование работы нелинейного трансформатора

6.1. Модель нелинейного трансформатора

Модель трансформатора на базе нелинейных элементов. Модель насыщающегося трансформатора.

7. Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи

7.1. Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи

Моделирование серии преобразователей: выпрямители однофазные, выпрямители трехфазные, регулятор напряжения I рода, регулятор напряжения II рода, регулятор напряжения III рода, обратногоходовой преобразователь, полумостовой преобразователь, мостовой преобразователь. Работа преобразователей с идеальными переключающими элементами. Моделирование инверторов, корректоров коэффициента мощности, преобразователей с ШИМ регулированием. Расчет статических и динамических потерь.

8. Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью

8.1. Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью

Модели специализированных микросхем: операционные усилители, ШИМ-контроллеры. Моделирование обратных связей в преобразователях. Интеграция моделей специализированных микросхем в состав моделей преобразовательных устройств. Анализ совместной работы.

3.3. Темы практических занятий

1. Структура и содержание текстового и выходного файла. Диагностика и устранение синтаксических ошибок Структура, содержание и меню графического выходного файла;
2. Использование условных операторов при создании моделей компонентов;
3. Моделирование нелинейных и времязависимых компонентов;
4. Особенности моделирования схемы с использованием имитационных моделей компонентов;
5. Встроенные модели полупроводниковых приборов;
6. Моделирование трансформаторов;
7. Описание независимых и зависимых источников питания. Разновидности входных сигналов;
8. Автоматизированные программы моделирования электронных схем;
9. Моделирование простейших преобразователей электрической энергии без обратной связи;
10. Использование условных операторов при создании моделей компонентов;
11. Моделирование преобразователей электрической энергии с ШИМ регулированием;
12. Моделирование DC/DC преобразователя, управляемого специализированной микросхемой с обратными связями.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Описание языка SPICE и модели электронных схем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование работы трансформатора"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью"

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	6	7	8		
Знать:											
входной язык автоматизированной программы компьютерного моделирования	ИД-1 _{ОПК-3}	+	+								Контрольная работа/Синтаксис языка SPICE Контрольная работа/Элементная база SPICE языка
методы автоматизированного анализа электронных схем силовой электроники	ИД-1 _{ОПК-4}			+							Контрольная работа/Директивы языка
способы анализа и систематизации результатов автоматизированного моделирования;	ИД-1 _{ОПК-4}				+						Контрольная работа/Методы анализа электронных схем в среде LTSpice
Уметь:											
рассчитывать установившиеся и переходные процессы электронных схем силовой электроники с помощью автоматизированных программ анализа и моделирования	ИД-2 _{ОПК-3}					+	+				Контрольная работа/Моделирование линейного трансформатора на языках SPICE Контрольная работа/Моделирование нелинейного трансформатора на языках SPICE
применять автоматизированный анализ электронных схем при выполнении научных исследований	ИД-2 _{ОПК-4}							+	+		Контрольная работа/Анализ схем преобразователей электрической энергии без обратной связи Контрольная работа/Анализ схем преобразователей электрической энергии с обратной связью

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: Билеты (письменный опрос)

1. Методы анализа электронных схем в среде LTSpice (Контрольная работа)
2. Синтаксис языка SPICE (Контрольная работа)
3. Элементная база SPICE языка (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Директивы языка (Контрольная работа)

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Анализ схем преобразователей электрической энергии без обратной связи (Контрольная работа)
2. Анализ схем преобразователей электрической энергии с обратной связью (Контрольная работа)
3. Моделирование линейного трансформатора на языках SPICE (Контрольная работа)
4. Моделирование нелинейного трансформатора на языках SPICE (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

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

Зачет с оценкой (Семестр №2)

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. С. Уваров- "PCAD 2002 и SPECCTRA. Разработка печатных плат", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2008 - (544 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227232>;
2. Амелина, М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие / М. А. Амелина, С. А. Амелин . – 2-е изд., испр. и доп. . – СПб. : Лань-Пресс, 2018 . – 631 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1758-2 .;

3. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов . – СПб. : Питер, 2007 . – 320 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 5-469-01380-4 .;
4. Воронин, П. А. Силовые полупроводниковые ключи: Семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин . – М. : Додэка-XXI, 2001 . – 384 с. - ISBN 5-941200-10-2 .;
5. 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 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. LTSprice.

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
8. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
9. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;
<http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-815, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-815, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-1016, Компьютерный класс	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-815, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для	НТБ-303,	стол компьютерный, стул, стол

самостоятельной работы	Компьютерный читальный зал	письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-324/1, Преподавательская каф."Пром.эл."	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-324/5, Методический кабинет каф. "Пром.эл."	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные технологии в научных исследованиях

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Синтаксис языка SPICE (Контрольная работа)
- КМ-2 Элементная база SPICE языка (Контрольная работа)
- КМ-3 Директивы языка (Контрольная работа)
- КМ-4 Методы анализа электронных схем в среде LTSpice (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Синтаксис языка SPICE					
1.1	Синтаксис языка SPICE		+	+		
2	Элементная база языка SPICE и моделей электронных схем					
2.1	Элементная база языка SPICE и моделей электронных схем		+	+		
3	Директивы языка SPICE					
3.1	Директивы языка SPICE				+	
4	Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки					
4.1	Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Моделирование линейного трансформатора на языках SPICE (Контрольная работа)
- КМ-6 Моделирование нелинейного трансформатора на языках SPICE (Контрольная работа)
- КМ-7 Анализ схем преобразователей электрической энергии без обратной связи (Контрольная работа)
- КМ-8 Анализ схем преобразователей электрической энергии с обратной связью (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер	Раздел дисциплины	Индекс	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-
-------	-------------------	--------	-----	-----	-----	-----

раздела		КМ:	5	6	7	8
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Моделирование работы линейного трансформатора					
1.1	Моделирование работы линейного трансформатора		+	+		
2	Моделирование работы нелинейного трансформатора					
2.1	Модель нелинейного трансформатора		+	+		
3	Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи					
3.1	Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи				+	+
4	Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью					
4.1	Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25