

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ

| | |
|--|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.22 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 4 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | не предусмотрено учебным планом |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 4 семестр - 32 часа; |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 4 семестр - 75,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Отчет | |
| Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 4 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Поляк Р.И. |
| | Идентификатор | Rbc0e923e-PoliakRI-10208dd2 |

(подпись)

Р.И. Поляк

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Остапенков П.С. |
| | Идентификатор | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

(подпись)

П.С. Остапенков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Сафин А.Р. |
| | Идентификатор | Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814 |

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение типовых программных средств моделирования электронных цепей и элементов биотехнических устройств и систем на уровне их функциональных блоков

Задачи дисциплины

- усвоение основных принципов использования программных средств моделирования электронных цепей и элементов биотехнических устройств и систем;
- обретение умения применять конкретные программные средства при моделировании электронных цепей и элементов биотехнических устройств и систем.

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 понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ИД-2 _{ОПК-4} Использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности | знать: - возможности математического пакета MathCad для моделирования и исследования процессов в линейных электрических цепях; - возможности системы LabView для моделирования и исследования электронных устройств на уровне функциональных блоков. |
| ОПК-5 способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | ИД-1 _{ОПК-5} Знает алгоритмы расчетов, пригодные для практического применения | знать: - возможности системы Micro-Cap для схмотехнического моделирования и исследования электронных цепей и устройств; - возможности среды программирования MatLab для моделирования и исследования процессов в линейных электрических цепях. |
| ОПК-5 способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | ИД-2 _{ОПК-5} Умеет разрабатывать компьютерные программы для расчетов при решении практических задач | уметь: - проводить схмотехническое моделирование и исследование электронных цепей и устройств в системе Micro-Cap; - проводить моделирование и исследование электронных устройств на уровне функциональных блоков в системе LabView; - проводить моделирование и исследование процессов в линейных электрических цепях средствами MathCad и MatLab. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать математические модели элементов цепи, важнейшие классы, свойства и характеристики электрических цепей, основы расчета частотных характеристик, режимов в цепях при постоянном и гармоническом воздействии

- знать технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах

- знать численные методы решения скалярных уравнений и систем линейных уравнений, методы численного интегрирования и дифференцирования, численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

- уметь правильно выбирать численный метод, опираясь на анализ характера поставленной задачи и знание свойств соответствующих численных методов

- уметь рассчитывать и экспериментально определять режимы и характеристики линейных цепей, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных, давать качественную физическую трактовку полученным результатам

- уметь решать задачи анализа и расчета характеристик 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 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № 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 | Основы применения математического пакета MathCAD и математической среды MatLab для моделирования и расчета электрических процессов в линейных электрических цепях | 49.7 | 4 | - | 12 | - | - | - | - | - | - | 37.7 | - | <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Расчетное задание ориентировано на решение задачи анализа прохождения сигналов сложной формы через линейные цепи с использованием математических сред MathCad и MatLab. Студентам необходимо повторить теоретический материал по теории цепей, разобрать примеры решения аналогичных задач в MathCad и MatLab, провести расчеты по варианту индивидуального задания и сделать выводы.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы применения математического пакета MathCad и математической среды MatLab для моделирования и расчета электрических процессов в линейных электрических цепях.</p> |
| 1.1 | Средства математического пакета MathCAD для анализа процессов в линейных электрических цепях | 23.7 | | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 19.7 | - | |
| 1.2 | Основы программирования и моделирования в среде MatLAB. Применение MatLAB для анализа процессов в линейных электрических цепях | 26 | | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 18 | - | |
| 2 | Основы моделирования электронных устройств и систем на уровне | 32 | | - | 12 | - | - | - | - | - | - | 20 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|---|-----------|---|---|---|---|---|------------|-------------|---|--|
| | функциональных блоков в системе LabView | | | | | | | | | | | | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Оформление отчетов по лабораторным работам раздела "Основы моделирования электронных устройств и систем на уровне функциональных блоков в системе LabView". |
| 2.1 | Основы моделирования электронных устройств и систем на уровне функциональных блоков в системе LabView | 32 | - | 12 | - | - | - | - | - | - | 20 | - | |
| 3 | Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap | 26 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Оформление отчетов по лабораторным работам раздела "Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap" материалу. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> |
| 3.1 | Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap | 26 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 18 | - | Повторение материала по разделу "Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap" |
| | Зачет с оценкой | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - | |
| | Всего за семестр | 108.0 | - | 32 | - | - | - | - | - | 0.3 | 75.7 | - | |
| | Итого за семестр | 108.0 | - | 32 | - | - | - | - | - | 0.3 | 75.7 | - | |

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. Основы применения математического пакета MathCAD и математической среды MatLab для моделирования и расчета электрических процессов в линейных электрических цепях

1.1. Средства математического пакета MathCAD для анализа процессов в линейных электрических цепях

Создание файла и настройка его параметров. Описание импульсных сигналов. Функции Бесселя и производные функций Бесселя в MathCad. Совмещение теоретических графиков и экспериментальных данных. Средства анимации для анализа волновых процессов в регулярных линиях передачи. Расчет прохождения сигналов сложной формы через линейные электрические цепи средствами математического пакета MathCAD.

1.2. Основы программирования и моделирования в среде MatLAB. Применение MatLAB для анализа процессов в линейных электрических цепях

M-файл и особенности программирования в MatLAB. Расчет прохождения сигналов сложной формы через линейные электрические цепи в MatLab. Оформление, анализ и сохранение графиков. Сохранение данных в файл. Создание модели линейной электрической цепи в Simulink. Анализ прохождения сигналов через линейные цепи. Использование «внешнего» источника сигнала.

2. Основы моделирования электронных устройств и систем на уровне функциональных блоков в системе LabView

2.1. Основы моделирования электронных устройств и систем на уровне функциональных блоков в системе LabView

Основы программирования в системе LabView. Работа с виртуальными приборами. Моделирование линейных инерционных цепей.

3. Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap

3.1. Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap

Моделирование пассивных электронных цепей в системе Micro-Cap. Измерение на модели статических характеристик и низкочастотных параметров транзисторов. Моделирование усилительного каскада на полевом транзисторе.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Моделирование усилительного каскада на полевом транзисторе в системе Micro-Cap;
2. Моделирование пассивных электронных цепей в системе Micro-Cap;
3. Моделирование линейных инерционных цепей в системе LabView;
4. Работа с виртуальными приборами в системе LabView;
5. Основы программирования в системе LabView;
6. Моделирование прохождения сигналов через линейные электрические цепи средствами математического пакета MatLab;
7. Расчет линейных электрических цепей средствами математического пакета MatLab;

8. Графические средства среды MathCad для описания различных сигналов.

3.5 Консультации

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 | |
| Знать: | | | | | |
| возможности системы LabView для моделирования и исследования электронных устройств на уровне функциональных блоков | ИД-2ОПК-4 | | + | | Отчет/Основы моделирования электронных устройств в системе LabView |
| возможности математического пакета MathCad для моделирования и исследования процессов в линейных электрических цепях | ИД-2ОПК-4 | + | | | Отчет/Анализ процессов в электрических цепях в математическом пакете MathCad |
| возможности среды программирования MatLab для моделирования и исследования процессов в линейных электрических цепях | ИД-1ОПК-5 | + | | | Отчет/Моделирование и анализ процессов в электрических цепях средствами математического пакета MatLab |
| возможности системы Micro-Cap для схемотехнического моделирования и исследования электронных цепей и устройств | ИД-1ОПК-5 | | | + | Отчет/Основы схемотехнического моделирования электронных цепей и устройств с помощью системы Micro-Cap |
| Уметь: | | | | | |
| проводить моделирование и исследование процессов в линейных электрических цепях средствами MathCad и MatLab | ИД-2ОПК-5 | + | | | Расчетно-графическая работа/Анализ прохождения сигналов сложной формы через линейные цепи с использованием математических пакетов MathCad и MatLab |
| проводить моделирование и исследование электронных устройств на уровне функциональных блоков в системе LabView | ИД-2ОПК-5 | | + | | Отчет/Основы моделирования электронных устройств в системе LabView |
| проводить схемотехническое моделирование и исследование электронных цепей и устройств в системе Micro-Cap | ИД-2ОПК-5 | | | + | Отчет/Основы схемотехнического моделирования электронных цепей и устройств с помощью системы Micro-Cap |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Анализ прохождения сигналов сложной формы через линейные цепи с использованием математических пакетов MathCad и MatLab (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Анализ процессов в электрических цепях в математическом пакете MathCad (Отчет)
2. Моделирование и анализ процессов в электрических цепях средствами математического пакета MatLab (Отчет)
3. Основы моделирования электронных устройств в системе LabView (Отчет)
4. Основы схемотехнического моделирования электронных цепей и устройств с помощью системы Micro-Cap (Отчет)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №4)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Гречихин, В. А. Основы теории цепей : Методические указания к использованию программного пакета MATHCAD при решении задач анализа цепей по курсу "Основы теории цепей" по направлению "Радиотехника" / В. А. Гречихин, Е. В. Шалимова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 48 с.;
2. Штыков, В. В. MathCAD. Руководство по решению задач для начинающих / В. В. Штыков . – М. : Эдиториал УРСС, 2014 . – 168 с. - ISBN 978-5-397-04363-2 .;
3. В. М. Рябенкий, Л. В. Солобуто, А. И. Черевко, Е. В. Лимонникова- "Практическая электротехника: основы электротехники с использованием MATLAB/Simulink", Издательство: "Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ)", Архангельск, 2014 - (414 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436403>;
4. Замолодчиков, В. Н. Моделирование радиотехнических устройств в среде LabVIEW : методическое пособие по курсам "Информационные технологии", "Компьютерные методы анализа цепей" по направлению "Радиотехника" / В. Н. Замолодчиков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 24 с.;
5. А. П. Горбенко, В. Т. Корниенко- "Основы кодирования информации в проектах LabVIEW", Издательство: "Директ-Медиа", Москва, Берлин, 2020 - (72 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597409>;

6. 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 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. MathCad;
5. Matlab;
6. Майнд Видеоконференции;
7. Acrobat Reader;
8. Micro-Cap;
9. LabView.

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

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
2. 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 лабораторных занятий | Ж-206, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| | Ж-202, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| | Ж-207, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер |
| | Ж-211, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-704/5, Лаборатория каф. "ФОРС" | кресло рабочее, стол, шкаф, оборудование для экспериментов, техническая аппаратура, компьютер персональный, журналы, книги, учебники, пособия |
| | Е-816а, Лаборатория радиоэлектронного | кресло рабочее, стеллаж, стол, компьютерная сеть с выходом в |

| | | |
|--|--|--|
| | оборудования | Интернет, компьютер персональный, холодильник |
| | Ж-206, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| | Ж-202, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| | Ж-207, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер |
| | Ж-211, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| | Ж-400/5, Лаборатория «Системы передачи информации» | стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, указка, стенд лабораторный |
| 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 | Е-420/7, Лаборатория М-видео | стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска маркерная, телевизор |
| | Е-817, Преподавательская | стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер |
| | Ж-400/1, Кабинет сотрудников каф. "РТС" | рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, журналы, книги, учебники, пособия |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-420/1, Помещение кафедры ФОРС | стеллаж |
| | Е-822, Архив | стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь |
| | Ж-400/9, Прочее каф. "РТС" | стеллаж для хранения книг, стул, книги, учебники, пособия |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Программные средства моделирования

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Анализ процессов в электрических цепях в математическом пакете MathCad (Отчет)
- КМ-2 Моделирование и анализ процессов в электрических цепях средствами математического пакета MatLab (Отчет)
- КМ-3 Анализ прохождения сигналов сложной формы через линейные цепи с использованием математических пакетов MathCad и MatLab (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Основы моделирования электронных устройств в системе LabView (Отчет)
- КМ-5 Основы схемотехнического моделирования электронных цепей и устройств с помощью системы Micro-Cap (Отчет)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 14 | 16 |
| 1 | Основы применения математического пакета MathCAD и математической среды MatLab для моделирования и расчета электрических процессов в линейных электрических цепях | | | | | | |
| 1.1 | Средства математического пакета MathCAD для анализа процессов в линейных электрических цепях | | + | | + | | |
| 1.2 | Основы программирования и моделирования в среде MatLAB. Применение MatLAB для анализа процессов в линейных электрических цепях | | | + | + | | |
| 2 | Основы моделирования электронных устройств и систем на уровне функциональных блоков в системе LabView | | | | | | |
| 2.1 | Основы моделирования электронных устройств и систем на уровне функциональных блоков в системе LabView | | | | | + | |
| 3 | Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap | | | | | | |
| 3.1 | Основы схемотехнического моделирования электронных цепей с помощью системы Micro-Cap | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 10 | 20 | 10 | 30 | 30 |