

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
СХЕМ

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.01.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 4 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 4 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 4 семестр - 16 часов; |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 4 семестр - 59,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 4 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

П.А. Рашитов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

П.А. Рашитов

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

М.Г. Асташев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение методов математического моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока в различных режимах работы с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования

Задачи дисциплины

- Изучение особенностей синтаксиса одного из стандартных программных средств, применяемых для математического моделирования процессов в электрических цепях;
- Освоение методов анализа установившихся и переходных режимов работы электрических цепей постоянного и переменного тока с использованием одного и стандартных программных средств.

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 строить физические и математические модели принципиальных схем, блоков, устройств и установок электроники и нанoeлектроники, осуществлять моделирование и анализ с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования | ИД-2ПК-1 Умеет осуществлять компьютерное моделирование принципиальных схем с применением целевой системы автоматизированного проектирования | знать: - методы расчета электрических цепей на постоянном токе; - различные способы визуализации электрических процессов в исследуемых цепях в стандартных программных средствах компьютерного моделирования. уметь: - применять известные методы расчета электрических цепей переменного тока в стандартных программных средствах компьютерного моделирования; - производить расчет переходных процессов в электрических цепях с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

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 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 | Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме | 18 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 15-39, стр. 56-133 [2], стр. 125-130 [3], стр. 6-8 [4], стр. 129-164 [5], стр. 171-174 | |
| 1.1 | Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме | 18 | | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | | |
| 2 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах | 10 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 174-190, стр. 250-323 [2], стр. 103-110 [4], стр. 177-200 [5], стр. 132-138 |
| 2.1 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах | 10 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 3 | Анализ цепей переменного тока в | 18 | | 8 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 8 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах | | | | | | | | | | | | дополнительного материала по разделу "Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах" |
| 3.1 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах | 18 | 8 | 2 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 167-171 [4], стр. 224-283 |
| 4 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области | 14 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области" |
| 4.1 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области | 14 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 302-318 |
| 5 | Анализ переходных процессов цепей постоянного тока | 30 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ переходных процессов цепей постоянного тока" |
| 5.1 | Анализ переходных процессов цепей постоянного тока | 30 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 17-86 [5], стр. 235-237 |
| 6 | Анализ переходных процессов в цепях переменного тока | 17.7 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 9.7 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ переходных процессов в цепях переменного тока" |
| 6.1 | Анализ переходных процессов в цепях переменного тока | 17.7 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 9.7 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 93-108 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|-----------|---|---|---|---|---|------------|-------------|---|--|
| | Зачет с оценкой | 0.3 | | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - | |
| | Всего за семестр | 108.0 | | 32 | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 59.7 | - | |
| | Итого за семестр | 108.0 | | 32 | 16 | - | - | - | - | - | 0.3 | 59.7 | - | |

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. Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме

1.1. Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме

Общие вопросы создания моделей в программе MathCAD. Запись и решение систем уравнений для цепей постоянного тока в общем виде. Поиск неизвестных в численном и формульном виде. Запись уравнений для сложных схем в матричном виде. Решение систем уравнений с помощью блоков Given-Minerr, Given-Find.

2. Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах

2.1. Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах

Запись и решение систем дифференциальных уравнений для цепей переменного тока. Расчета мгновенных установившихся напряжений и токов в основных узлах и ветвях схемы. Построение осциллограмм токов и напряжений в основных ветвях и узлах цепи.

3. Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах

3.1. Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах

Комплексный метод расчета цепей переменного тока в установившемся режиме. Построение векторных диаграмм токов и напряжений в основных ветвях и узлах цепи. Сопоставление результатов, полученных при расчете в мгновенных и комплексных величинах.

4. Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области

4.1. Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области

Математическое моделирование процессов в фильтрах первого и второго порядка. Вывод передаточной функции фильтра. Построение амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик. Исследование влияния фильтра на выходной сигнал при подаче на вход различных сигналов с изменяемой частотой.

5. Анализ переходных процессов цепях постоянного тока

5.1. Анализ переходных процессов цепях постоянного тока

Математическое моделирование переходных процессов при скачкообразных изменениях параметров цепей постоянного тока. Вывод аналитических формул, построение графиков токов и напряжений в основных ветвях и узлах цепи.

6. Анализ переходных процессов в цепях переменного тока

6.1. Анализ переходных процессов в цепях переменного тока

Математическое моделирование переходных процессов в цепях переменного тока. Расчет аperiodической и колебательной составляющих.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Моделирование переходных процессов в цепях переменного тока;
2. Моделирование переходных процессов в цепях постоянного тока;
3. Моделирование процессов в цепи переменного тока в частотной области. Исследование амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик;
4. Моделирование процессов в цепи постоянного тока в установившемся режиме.

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ переходных процессов цепях постоянного тока"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ переходных процессов в цепях переменного тока"

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 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| различные способы визуализации электрических процессов в исследуемых цепях в стандартных программных средствах компьютерного моделирования | ИД-2ПК-1 | | | | + | + | | Лабораторная работа/Моделирование переходных процессов в цепях постоянного тока |
| методы расчета электрических цепей на постоянном токе | ИД-2ПК-1 | + | | | | | | Лабораторная работа/Моделирование процессов в цепи постоянного тока в установившемся режиме |
| Уметь: | | | | | | | | |
| производить расчет переходных процессов в электрических цепях с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования | ИД-2ПК-1 | | | | | | + | Лабораторная работа/Моделирование переходных процессов в цепях переменного тока |
| применять известные методы расчета электрических цепей переменного тока в стандартных программных средствах компьютерного моделирования | ИД-2ПК-1 | | + | + | | | | Лабораторная работа/Моделирование процессов в цепи переменного тока во временной области |

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: Защита задания

1. Моделирование переходных процессов в цепях переменного тока (Лабораторная работа)
2. Моделирование переходных процессов в цепях постоянного тока (Лабораторная работа)
3. Моделирование процессов в цепи переменного тока во временной области (Лабораторная работа)
4. Моделирование процессов в цепи постоянного тока в установившемся режиме (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №4)

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 4 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Амосова, О. А. Применение пакета Mathcad к решению вычислительных задач : методическое пособие по курсу "Численные методы" по всем направлениям подготовки / О. А. Амосова, А. Е. Вестфальский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 32 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=276>;
2. Гурский, Д. А. Вычисления в Mathcad 12 / Д. А. Гурский, Е. С. Турбина . – СПб. : Питер, 2006 . – 544 с. - ISBN 5-469-00639-5 .;
3. Очков, В. Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров. : русская версия / В. Ф. Очков . – СПб. : БХВ-Петербург, 2009 . – 512 с. - ISBN 978-5-9775040-3-4 .;
4. Теоретические основы электротехники: В 3 т. Т.1 : Учебник для вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / К. С. Демирчян, и др. – 4-е изд., доп . – СПб. : Питер, 2003 . – 463 с. - ISBN 5-947236-20-6 .;
5. В. П. Дьяконов- "Mathcad 8-12 для студентов", Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2005 - (589 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271842>.

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 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. 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 | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-305, Учебная аудитория | парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Е-101б, Компьютерный класс | стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-101б, Компьютерный класс | стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-305, Учебная аудитория | парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-201, 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-324/7, Преподавательская каф. "Пром. эл." | шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный |

| | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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

Основы математического моделирования электронных схем

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Моделирование процессов в цепи постоянного тока в установившемся режиме (Лабораторная работа)
- КМ-2 Моделирование процессов в цепи переменного тока во временной области (Лабораторная работа)
- КМ-3 Моделирование переходных процессов в цепях постоянного тока (Лабораторная работа)
- КМ-4 Моделирование переходных процессов в цепях переменного тока (Лабораторная 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 | Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме | | | | | |
| 1.1 | Анализ цепей постоянного тока в установившемся режиме | | + | | | |
| 2 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах | | | | | |
| 2.1 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в мгновенных величинах | | | + | | |
| 3 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах | | | | | |
| 3.1 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет во временной области в комплексных величинах | | | + | | |
| 4 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области | | | | | |
| 4.1 | Анализ цепей переменного тока в установившемся режиме. Расчет в частотной области | | | | + | |
| 5 | Анализ переходных процессов цепях постоянного тока | | | | | |
| 5.1 | Анализ переходных процессов цепях постоянного тока | | | | + | |
| 6 | Анализ переходных процессов в цепях переменного тока | | | | | |
| 6.1 | Анализ переходных процессов в цепях переменного тока | | | | | + |

| | | | | | |
|--|------------|----|----|----|----|
| | Бec KM, %: | 15 | 30 | 30 | 25 |
|--|------------|----|----|----|----|