

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Московский государственный институт электроники и математики
(Технический университет)**

Кафедра «Электроника и электротехника»

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО КУРСУ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»
(ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ)**

[<http://lsamb.narod.ru/students/eltech.html>]

редакция 2.4.2105 от 1 октября 2008 г.

Москва 2008 г.

Составители: ст. преподаватель Л. М. Самбурский
ст. преподаватель Р. А. Торговников

УДК

Конспект лекций и семинарских занятий по курсу «Электротехника»
/ Моск. гос. ин-т электроники и математики; Сост. Л. М. Самбурский,
Р. А. Торговников. – М.: МИЭМ, 2008 – 118 с.

Табл. 1, Ил. 12

Для студентов 2 и 3 курсов специальностей, изучающих теоретические основы электротехники.

ISBN

ЦЕЛЬ ПОСОБИЯ

Пособие предназначено для студентов, слушающих начальный курс электротехники. Оно в конспективном виде с необходимыми примерами содержит базовые сведения, необходимые для понимания теоретических основ курса и решения задач. Оно не ставит своей целью заменить учебник – для более полного изучения предмета следует обращаться к литературе (см. Список дополнительной литературы).

Примерный поурочный план:

1	Лекция: Введение. Основные понятия и положения электротехники, Модели 2-х полюсных элементов Семинар: Программа SPICE и её входной язык
2	Лекция: Законы Кирхгофа, Закон Ома Семинар: Методы расчёта резистивных схем: Метод непосредственного (эквивалентного) преобразования элементов
3	Лекция: Методы расчёта резистивных схем: Расчёт цепей по законам Кирхгофа, Метод узловых потенциалов, Метод контурных токов
4	Лекция: Методы расчёта резистивных схем: Принцип и метод наложения, Метод эквивалентного источника. Условие отбора приёмником максимальной мощности, Принцип линейности, Принцип взаимности Семинар: обработка материала лекции
5	Лекция: Электрические цепи синусоидального сигнала: Основные понятия, Комплексный (символический) метод записи сигналов, Мощность в цепи переменного тока
6	Семинар: Анализ цепи по синусоидальному сигналу Лекция: Резонансные явления в электрических цепях
7	Лекция: Расчёт переходных процессов в линейных схемах: Основные понятия, $t = -0$ Определение предкоммутационных значений сигналов (этап 1), $t = +0$ Определение начальных условий (этап 2), Классический метод расчёта переходного процесса (этап 3)

Семинар:

- 8 Лекция: Расчёт переходных процессов в линейных схемах:
Операторный метод расчёта переходного процесса
(этап 3)
-

Семинар: Примеры расчёта переходных процессов классическим методом, **Примеры расчёта переходных процессов операторным методом**

Примечания:

- 1) Для групп АП исключается тема семинара «Программа SPICE и её входной язык»;
- 2) В случае, если первое занятие — семинар, то начать со второй темы семинара: Методы расчёта резистивных схем: Метод непосредственного (эквивалентного) преобразования элементов, предварив её напоминанием закона Ома и законов Кирхгофа.

СОДЕРЖАНИЕ

Цель пособия	3
Содержание	5
1. Введение. Основные понятия и положения электротехники	8
1.1. Модели 2-х полюсных элементов.....	10
2. Основные топологические понятия теории цепей	17
3. Основные законы и принципы теории цепей	23
3.1. Закон Ома.....	23
3.1.1. Закон Ома (в применении к ветви с сопротивлением)	23
3.1.2. Обобщённый закон Ома для ветви, содержащей источник э. д. с.	23
3.1.3. Закон Ома для одноконтурной цепи	24
3.2. Законы Кирхгофа	24
3.2.1. Закон токов Кирхгофа (ЗТК).....	24
3.2.2. Закон напряжений Кирхгофа (ЗНК).....	25
3.3. Принцип линейности	25
3.4. Принцип взаимности	25
3.5. Контрольный баланс мощности	27
4. Методы расчёта резистивных схем	28
4.1. Расчёт цепей по законам Кирхгофа.....	29
4.1.1. Узловой способ составления уравнений по ЗТК	30
4.1.2. Формализованный способ составления уравнений по ЗТК.....	30
4.1.3. Контурный способ составления уравнений по ЗНК.....	30
4.1.4. Формализованный способ составления уравнений по ЗНК.....	31
4.1.5. Составление полной системы уравнений	31
4.1.6. Использование программы Mathcad для решения матричных уравнений.....	33
4.2. Метод непосредственного (эквивалентного) преобразования элементов	33
4.2.1. Последовательное соединение источников э. д. с.	34
4.2.2. Последовательное соединение источников тока	34
4.2.3. Взаимозаменяемость источников э. д. с. и тока.....	35
4.2.4. Последовательное соединение сопротивлений — правило делителя напряжения	35
4.2.5. Параллельное соединение сопротивлений — правило делителя тока.....	36

4.2.6. Смешанное соединение сопротивлений	38
4.2.7. Взаимное преобразование трёхлучевой звезды и треугольника	39
4.2.8. Примеры расчёта с использованием непосредственного преобразования сопротивлений	40
4.3. Принцип и метод наложения	45
4.3.1. Принцип наложения и коэффициенты связи	45
4.3.2. Метод наложения	47
4.4. Метод эквивалентного источника	54
4.4.1. Условие отбора приёмником максимальной мощности	58
4.5. Метод узловых потенциалов	58
4.6. Метод контурных токов	64
5. Электрические цепи синусоидального сигнала	69
5.1. Основные понятия	69
5.1.1. Действующее (эффективное) значение	70
5.1.2. Особенности записи топологических уравнений при расчёте по синусоидальному сигналу	71
5.2. Комплексный (символический) метод записи сигналов	72
5.2.1. Операции с комплексными числами	72
5.2.2. Соответствие синусоидальной и комплексной форм записи сигналов	73
5.2.3. Комплексные сопротивление и проводимость	74
5.2.4. Компонентные уравнения в комплексной форме	74
5.2.5. Закон Ома в комплексной форме	76
5.2.6. Законы Кирхгофа в комплексной форме	76
5.3. Мощность в цепи переменного тока	76
5.3.1. Расчёт мощности синусоидального сигнала	76
5.3.2. Расчёт мощности в комплексной форме	78
5.4. Анализ цепи по синусоидальному сигналу	79
5.4.1. Общие положения	79
5.4.2. Последовательное соединение R, L, C (R-L-C-цепь)	79
5.4.3. Пример анализа цепи комплексным методом	80
5.5. Резонансные явления в электрических цепях	84
5.5.1. Физические процессы, обуславливающие резонанс	85
5.5.2. Виды резонанса	86

5.5.3. Резонанс напряжений	87
5.5.4. Частотные характеристики простейшего R-L-C-контура	89
6. Расчёт переходных процессов в линейных схемах.....	91
6.1. Основные понятия.....	91
6.2. $t = -0$ Определение предкоммутационных значений сигналов (этап 1)	92
6.3. $t = +0$ Определение начальных условий (этап 2).....	92
6.3.1. Определение независимых начальных условий.....	92
6.3.2. Определение зависимых начальных условий	94
6.4. Классический метод расчёта переходного процесса (этап 3).....	95
6.4.1. Определение принуждённой составляющей решения (этап 3а).....	96
6.4.2. Определение свободной составляющей решения (этап 3б).....	96
6.5. Операторный метод расчёта переходного процесса (этап 3)	98
6.5.1. Основные свойства операторного преобразования	98
6.5.2. Компонентные уравнения в операторной форме.....	100
6.5.3. Закон Ома в операторной форме	101
6.5.4. Законы Кирхгофа в операторной форме.....	101
6.5.5. Получение изображения переходного процесса и переход от изображения к оригиналу	102
6.6. Примеры расчёта переходных процессов классическим методом.....	104
6.7. Примеры расчёта переходных процессов операторным методом.....	112
Приложение А. Задание на РГР1	113
Приложение Б. Задание на РГР2	114
Задание	114
Параметры элементов схемы	114
Указания.....	115
Приложение В. Исправления	116
Список дополнительной литературы	117