

	Система менеджменту якості НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС навчальної дисципліни « <u>Теоретичні основи електротехніки</u> » назва дисципліни	Шифр документа	СМЯ НАУ НМК 07.01.05 – 01 – 2017
		Стор. ___ з ___	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий Аерокосмічний інститут

(назва інституту (факультету))

КАФЕДРА Автоматизації та енергоменеджменту

(повна назва кафедри)

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки»

Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"

Спеціальність: 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Спеціалізація: Енергетичний менеджмент

(шифр та повна назва напрямку (спеціальності))

Укладач: к.т.н., доцент Тихонов Віктор

Васильович

(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б. викладача)

Конспект лекцій розглянутий та схвалений
на засіданні кафедри автоматизації та

енергоменеджменту

(повна назва кафедри)

Протокол № __ від «__» ___ 2018р.

Завідувач кафедри Захарченко В.П.

Лекція № 1.1

Тема лекції: ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ. ЕЛЕМЕНТИ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ.

План лекції

Вступ

1. Електричне коло та його елементи.
2. Позитивний напрямок електричного струму та напруги
3. Пасивні елементи електричного кола
4. Активні елементи електричного кола та їх параметри
5. Лінійні електричні кола та геометрія електричного кола

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Вступ

Дисципліна “Основи теорії кіл ” є галуззю знань, в якій вивчаються електричні та магнітні явища і їх практичне застосування.

Предметом дисципліни “Основи теорії кіл” є вивчення якісної і кількісної сторін електромагнітних явищ та процесів, що відбуваються в електричних та магнітних колах постійного і змінного струму при сталих та перехідних режимах.

В процесі вивчення дисципліни студенти засвоюють теорію електричних і магнітних кіл постійного і змінного струмів в усталених і перехідних режимах, набувають навичок з проведення експериментальних досліджень, використання методів розрахунку електричних і магнітних кіл та складних електромагнітних явищ, що спостерігаються в електротехнічних пристроях та приладах в процесі їх експлуатації.

Для фахівців напряму 6.051103 “Авіоніка” дисципліна “Основи теорії кіл” є визначальною, формуючою їх електротехнічну освіту. Дисципліна базується на законах фізики з широким залученням багатьох розділів математики: диференціального, інтегрального та операторного числень, теорії функції комплексної змінної, рядів Фур’є, інтегралів Дюамеля тощо.

Лекція № 1.2

Тема лекції: ЗАКОНИ ОМА І КІРХГОФА. МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ: МЕТОД СТРУМІВ І НАПРУГ.

План лекції

Вступ

6. Закон Ома для ділянки кола
7. Перший закон Кірхгофа
8. Другий закон Кірхгофа
9. Розрахунок складних електричних кіл методом еквівалентних перетворень

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 1.3

Тема лекції: МЕТОДИ КОНТУРНИХ СТРУМІВ ТА ВУЗЛОВИХ НАПРУГ

План лекції

Вступ

10. Розрахунок складних електричних кіл методом контурних струмів.
11. Розрахунок складних електричних кіл методом вузлових потенціалів.
Коло з двома вузлами

Література1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 1.4

Тема лекції: МЕТОД ЕКВІВАЛЕНТНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ, МЕТОД ЕКВІВАЛЕНТНОГО ГЕНЕРАТОРА. ПРИНЦИП НАКЛАДАННЯ

План лекції

Вступ

12. Метод еквівалентного генератора
13. Принцип та метод накладання

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олексійович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 1.5

Тема лекції: ПЕРЕДАВАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІД АКТИВНОГО ДВОПОЛЮСНИКА ДО ПАСИВНОГО.

План лекції

14. Передача енергії від активного двополюсника приймачу. Умови передачі максимальної потужності

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олексійович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 1.6

Тема лекції: КОЛА ОДНОФАЗНОГО СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

План лекції

15. Основні визначення
16. Одержання синусоїдної ЕРС
17. Синусоїдна напруга і струм. Часова діаграма. Зсув фаз
18. Векторні діаграми
19. Діючі та середні значення змінних струмів, ЕРС, напруг
20. Заміна реальних кіл змінного струму колами з зосередженими параметрами

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 1.7

Тема лекції: Символічний метод аналізу електричних кіл (метод комплексного числення). Основні закони електричного кола в символічній формі.

План лекції

21. Основні положення символічного методу
22. Застосування символічного методу для розрахунку кіл синусоїдного струму
23. Комплексний електричний опір та комплексна електрична провідність
24. Закони Ома і Кірхгофа в комплексній формі

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 1.8

Тема лекції: Аналіз електричних кіл символічним методом. Топографічні векторні діаграми.

План лекції

25. Розрахунок кіл синусоїдного струму символічним методом. Прості кола
26. Розрахунок кіл синусоїдного струму символічним методом. Складні електричні кола
27. Топографічна діаграма

Література

Лекція № 1.9

Тема лекції: СЕРЕДНЯ ТА МИТТЄВА ПОТУЖНІСТЬ. БАЛАНС ПОТУЖНОСТЕЙ.

План лекції

Вступ

28. Енергетичні процеси в колах змінного струму
29. Визначення комплексної повної потужності за комплексною напругою та комплексним струмом
30. Баланс потужностей

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 2.1

Тема лекції: РЕЗОНАНС В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ. РЕЗОНАНС НАПРУГ.

План лекції

Вступ

31. Резонанс напруг
32. Добротність та згасання контуру

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 2.2

Тема лекції: РЕЗОНАНС НАПРУГ. РЕЗОНАНСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

План лекції

Вступ

33. Частотні характеристики кола з послідовним з'єднанням R, L, C

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олексійович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 2.3

Тема лекції: РЕЗОНАНС СТРУМІВ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ТА ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

План лекції

Вступ

34. Резонанс струмів, добротність та згасання контуру

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олексійович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 2.4

Тема лекції: РЕЗОНАНС СТРУМІВ. РЕЗОНАНСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ..
ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЗОНАНСНИХ КІЛ..

План лекції

Вступ

35. Частотні характеристики кола з паралельним з'єднанням R, L, C
36. Енергетичні процеси при резонансі
37. Підвищення коефіцієнта потужності та його практичне значення

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 2.5

Тема лекції: КОЛА З ВЗАЄМОІНДУКТИВНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ. ПОСЛІДОВНЕ ТА ПАРАЛЕЛЬНЕ З'ЄДНАННЯ ВЗАЄМОІНДУКТИВНО ЗВ'ЯЗАНИХ КОТУШОК.

План лекції

38. Взаємна індукція в колах змінного струму
39. Послідовне з'єднання котушок при їх узгодженому та зустрічному включенні
40. Паралельне з'єднання котушок при їх узгодженому та зустрічному включенні

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.
2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 2.7

Тема лекції: ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ З ВЗАЄМОІНДУКТИВНИМИ КОТУШКАМИ.

План лекції

Вступ

41. Приклади розрахунку електричних кіл з взаємною індукцією

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олексійович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 2.8

Тема лекції: ЛІНІЙНИЙ ТРАНСФОРМАТОР.

План лекції

42. Повітряний трансформатор
43. Режими роботи трансформатора
44. Схема заміщення трансформатора

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Линейные электрические цепи постоянного и переменного тока: Тексты лекций. - К.: КИИГА, 1992. - 148 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.1

Тема лекції: ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА. БАГАТОФАЗНІ КОЛА ТА СИСТЕМИ. З'ЄДНАННЯ ЗІРКОЮ.

План лекції

Вступ

45. Поняття про трифазні системи ЕРС, струмів та напруг
46. Принцип роботи трифазних джерел електричної енергії
47. З'єднання обмоток генератора та фаз приймача зіркою

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Трехфазные системы. Нелинейные электрические и магнитные цепи в установившемся режиме: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1994. - 196 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.2

Тема лекції: БАГАТОФАЗНІ КОЛА ТА СИСТЕМИ. З'ЄДНАННЯ ТРИКУТНИКОМ.

План лекції

Вступ

48. З'єднання обмоток генератора і фаз приймача трикутником

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Трехфазные системы. Нелинейные электрические и магнитные цепи в установившемся режиме: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1994. - 196 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.3

Тема лекції: АНАЛІЗ СИМЕТРИЧНИХ КІЛ.

План лекції

Вступ

49. Розрахунок симетричних трифазних кіл

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Трехфазные системы. Нелинейные электрические и магнитные цепи в установившемся режиме: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1994. - 196 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.4

Тема лекції: ПОВНА, АКТИВНА ТА РЕАКТИВНА ПОТУЖНОСТІ ТРИФАЗНОГО КОЛА.

План лекції

Вступ

50. Потужності в трифазних колах

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Трехфазные системы. Нелинейные электрические и магнитные цепи в установившемся режиме: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1994. - 196 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.5

Тема лекції: АНАЛІЗ НЕСИМЕТРИЧНИХ ЧОТИРИПРОВІДНИХ ТА ТРИПРОВІДНИХ ТРИФАЗНИХ КІЛ.

План лекції

1. Розрахунок несиметричних трифазних кіл, з'єднаних зіркою, з нульовим та без нульового проводу
2. Розрахунок несиметричного трифазного кола, з'єданого трикутником

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Трехфазные системы. Нелинейные электрические и магнитные цепи в установившемся режиме: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1994. - 196 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.6

Тема лекції: МЕТОД СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

План лекції

1. Розкладання несиметричної трифазної системи векторів на три симетричні системи
2. Опори симетричного трифазного кола для струмів різних послідовностей
3. Застосування методу симетричних складових для розрахунку трифазних кіл

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Трехфазные системы. Нелинейные электрические и магнитные цепи в установившемся режиме: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1994. - 196 с.

2. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

3. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.7

Тема лекції: ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ.
РОЗКЛАДАННЯ ПЕРІОДИЧНИХ ФУНКЦІЙ У РЯД ФУР'Є. ДІЮЧЕ
ЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ НЕСИНУСОЇДНИХ ФУНКЦІЙ ЧАСУ.

План лекції

1. Несинусоїдні періодичні сигнали, розкладання їх в ряд Фур'є
2. Визначення коефіцієнтів ряду Фур'є
3. Діючі та середні значення несинусоїдних періодичних струмів, ЕРС і напруг
4. Коефіцієнти, що характеризують форму несинусоїдних періодичних кривих

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.8

Тема лекції: ПОТУЖНІСТЬ У КОЛАХ НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. АНАЛІЗ КІЛ НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ.

План лекції

1. Потужності в колі несинусоїдного періодичного струму

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олексійович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 4.9

Тема лекції: ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КОЛА НА ФОРМУ КРИВОЇ НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. ПОНЯТТЯ ПРО РЕЗОНАНСНІ ФІЛЬТРИ. . ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

План лекції

1. Розрахунок кіл несинусоїдного періодичного струму
2. Вплив параметрів кола на форму кривої несинусоїдного струму
3. Поняття про резонансні фільтри

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.1

Тема лекції: ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КОЛА НА ФОРМУ КРИВОЇ НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ. ПОНЯТТЯ ПРО РЕЗОНАНСНІ ФІЛЬТРИ. . ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ НЕСИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

План лекції

4. Розрахунок кіл несинусоїдного періодичного струму
5. Вплив параметрів кола на форму кривої несинусоїдного струму
6. Поняття про резонансні фільтри

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.1

**Тема лекції: НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ.
ВОЛЬТ-АМПЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.**

План лекції

1. Нелінійні елементи в колах постійного струму. Вольт-амперні характеристики нелінійних елементів
2. Статичні та динамічні опори НЕ

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.2

**Тема лекції: ЗАМІНА НЕ ЛІНІЙНИМ РЕЗИСТОРОМ ТА ЕРС.
РОЗРАХУНОК СКЛАДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ З ОДНИМ НЕ**

План лекції

1. Розрахунок нелінійних кіл з послідовним з'єднанням НЕ
2. Розрахунок кола з паралельним з'єднанням НЕ
3. Розрахунок кіл зі змішаним з'єднаннями НЕ
4. Заміна НЕ лінійним резистором та ЕРС
5. Розрахунок складних електричних кіл з одним НЕ

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.3

Тема лекції: АНАЛІЗ РОЗГАЛУЖЕНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ З НЕЛІНІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ. МЕТОД ДВОХ ВУЗЛІВ

План лекції

1. Розрахунок нелінійного кола з двома вузлами

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.4

Тема лекції: МАГНІТНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ. МАГНІТНЕ ПОЛЕ ТА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЗАКОН ПОВНОГО СТРУМУ. ЗАКОНИ ДЛЯ МАГНІТНИХ КІЛ.

План лекції

1. Призначення магнітних кіл
2. Основні закони магнітних кіл

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.5

Тема лекції: АНАЛІЗ ПРОСТОГО МАГНІТНОГО КОЛА. АНАЛІЗ СКЛАДНИХ МАГНІТНИХ КІЛ МЕТОДОМ ДВОХ ВУЗЛІВ.

План лекції

1. Розрахунок нерозгалужених магнітних кіл з намагнічуючими обмотками
2. Розрахунок розгалужених магнітних кіл

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.6

Тема лекції: КОЛА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ. ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТНОГО ПОТОКУ ЗА ВІДОМИМИ ГЕОМЕТРИЧНИМИ РОЗМІРАМИ ТА КРИВОЮ РОЗМАГНІЧУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ПОСТІЙНОГО МАГНІТУ (МІНІМАЛЬНОЇ ВАГИ) ЗА ВІДОМИМ МАГНІТНИМ ПОТОКОМ ТА КРИВОЮ РОЗМАГНІЧУВАННЯ

План лекції

1. Розрахунок магнітних кіл з постійним магнітом
2. Визначення магнітного потоку за відомими геометричними розмірами та кривою розмагнічування
3. Визначення геометричних розмірів постійного магніту (мінімальної ваги) за відомим магнітним потоком та кривою розмагнічування

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.7

Тема лекції: ЧОТИРИПОЛЮСНИКИ. ОСНОВНІ РІВНЯННЯ ЧОТИРИПОЛЮСНИКІВ. КОЕФІЦІЄНТИ ЧОТИРИПОЛЮСНИКА. ЗВ'ЯЗОК МІЖ КОЕФІЦІЄНТАМИ

План лекції

1. Основні рівняння пасивних лінійних чотириполюсників

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 5.7

Тема лекції: Т і П – ПОДІБНІ СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ ПАСИВНОГО ЧОТИРИПОЛЮСНИКА. ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЧОТИРИПОЛЮСНИКА

План лекції

1. Т і П – подібні схеми заміщення пасивного чотириполюсника
2. Дослідне визначення сталих чотириполюсника
3. Характеристичні параметри чотириполюсника

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 7.1

Тема лекції: НЕЛІНІЙНІ КОЛА ЗМІННОГО СТРУМУ БЕЗ ФЕРОМАГНІТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. ВИПРЯМЛЯЧІ. ОДНОФАЗНИЙ, ДВОФАЗНІ ТА ТРИФАЗНІ ВИПРЯМЛЯЧІ

План лекції

1. Загальні властивості нелінійних кіл змінного струму
2. Апроксимація характеристик нелінійних елементів
3. Випрямлячі. Однофазний однонапівперіодний випрямляч
4. Двофазний однонапівперіодний випрямляч
5. Трифазний однонапівперіодний випрямляч
6. Однофазний двонапівперіодний випрямляч

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 7.2

Тема лекції: НЕЛІНІЙНІ КОЛА СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ З ФЕРОМАГНІТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ. ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ З ФЕРОМАГНІТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ.

План лекції

1. Особливості електричних кіл з феромагнітними елементами

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 7.3

Тема лекції: ІНДУКТИВНА КОТУШКА З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ В КОЛІ ЗМІННОГО СТРУМУ. ВТРАТИ ЕНЕРГІЇ В ФЕРОМАГНІТНОМУ ОСЕРДІ НА ГІСТЕРЕЗИС ТА ВИХРОВИЙ СТРУМ

План лекції

1. Індуктивна котушка з феромагнітним осердям в колі змінного струму
2. Втрати в феромагнітному осерді на гістерезис та вихрові струми

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.
2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 7.4

Тема лекції: РІВНЯННЯ, ВЕКТОРНА ДІАГРАМА ТА СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ КОТУШКИ З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ.

План лекції

1. Рівняння, векторна діаграма та схеми заміщення котушки з феромагнітним осердям
2. Індуктивність котушки з феромагнітним осердям
3. Вплив повітряного зазору на індуктивність котушки

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олександрович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 7.5

Тема лекції: ФЕРОРЕЗОНАНС НАПРУГ ТА СТРУМІВ. ПОНЯТТЯ ПРО ФЕРОРЕЗОНАНСНІ СТАБІЛІЗАТОРИ НАПРУГИ

План лекції

1. Ферорезонанс напруг
2. Ферорезонанс струмів
3. Поняття про ферорезонансні стабілізатори напруги

Література

1. *Зеленков О.А., Бунчук О.Олексійович, Голік А.П.* Теоретичні основи електротехніки: посібник/ Національний авіаційний університет; МОН. – Київ: НАУ, 2006. – 136 с.

2. *Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А.* Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т./ Чиженко І.М., Бойко В.С., ред. – Київ: Політехніка, 2004. – Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – 272 с.

Лекція № 8.1

Тема лекції: Перехідні процеси у лінійних колах. Загальні відомості про перехідні процеси в електричних колах з зосередженими параметрами. Закони комутації. Початкові умови.

План лекції

1. Загальні відомості про перехідні процеси в електричних колах з зосередженими параметрами
2. Закони комутації
3. Початкові умови

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Переходные процессы в линейных и нелинейных цепях : Конспект лекций. - К. : КМУГА, 1995. - 244 с.
2. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Матрично-топологические методы анализа и моделирования электрических цепей: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1996. - 196 с.

Лекція № 8.2

Тема лекції: КЛАСИЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ. СТАЛІ ТА ВІЛЬНІ СКЛАДОВІ ПЕРЕХІДНИХ СТРУМІВ ТА НАПРУГ

План лекції

1. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. Сталі та вільні складові перехідних струмів та напруг

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Переходные процессы в линейных и нелинейных цепях : Конспект лекций. - К. : КМУГА, 1995. - 244 с.
2. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Матрично-топологические методы анализа и моделирования электрических цепей: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1996. - 196 с.

Лекція № 8.3

Тема лекції: ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ КОЛА З ПОСЛІДОВНИМ З'ЄДНАННЯМ R ТА L ДО ДЖЕРЕЛА ПОСТІЙНОЇ НАПРУГИ. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ КОЛА R, L ДО ДЖЕРЕЛА СИНУСОЇДНОЇ НАПРУГИ.

План лекції

1. Перехідні процеси при короткому замиканні у колі з R та L
2. Перехідні процеси при включенні кола з послідовним з'єднанням R та L до джерела постійної напруги
3. Перехідні процеси при включенні кола R, L до джерела синусоїдної напруги

Література

1. Зеленков А.А., Кудиненко А.В. Переходные процессы в линейных и нелинейных цепях : Конспект лекций. - К. : КМУГА, 1995. - 244 с.
2. Зеленков А.А., Кудиненко А.В. Матрично-топологические методы анализа и моделирования электрических цепей: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1996. - 196 с.

Лекція № 8.4

Тема лекції: ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ КОЛА З ПОСЛІДОВНИМ З'ЄДНАННЯМ R ТА C ДО ДЖЕРЕЛА ПОСТІЙНОЇ НАПРУГИ. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ВКЛЮЧЕННІ КОЛА R , C ДО ДЖЕРЕЛА СИНУСОЇДНОЇ НАПРУГИ.

План лекції

1. Перехідні процеси при короткому замиканні у колі з R та C
2. Перехідні процеси при включенні кола з послідовним з'єднанням R та C до джерела постійної напруги
3. Перехідні процеси при включенні кола R , C до джерела синусоїдної напруги

Література

1. Зеленков А.А., Кудиненко А.В. Переходные процессы в линейных и нелинейных цепях : Конспект лекций. - К. : КМУГА, 1995. - 244 с.
2. Зеленков А.А., Кудиненко А.В. Матрично-топологические методы анализа и моделирования электрических цепей: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1996. - 196 с.

Лекція № 8.5

Тема лекції: РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ОПЕРАТОРНИМ МЕТОДАМ.

План лекції

1. Загальні відомості про операторний метод розрахунку перехідних процесів
2. Закон Ома в операторній формі
3. Закони Кірхгофа в операторній формі
4. Розрахунок перехідних процесів операторним методом

Література

1. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Переходные процессы в линейных и нелинейных цепях : Конспект лекций. - К. : КМУГА, 1995. - 244 с.
2. *Зеленков А.А., Кудиненко А.В.* Матрично-топологические методы анализа и моделирования электрических цепей: Конспект лекций. - К.: КМУГА, 1996. - 196 с.