

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**Кафедра** Теоретичної та загальної електротехніки

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ»**

**напрямок підготовки 6.050702 – «Електромеханіка»  
спеціальності «Електричний транспорт»,  
«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод,  
«Електричні системи і комплекси транспортних засобів»**

*Інститут, факультет, відділення Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова, факультет Електричний  
транспорт*

Харків  
ХНУМГ  
2014 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «**Теоретичні основи електротехніки**» (для студентів за напрямом підготовки 6.050702 – «Електромеханіка» спеціальності «Електричний транспорт», «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод, «Електричні системи і комплекси транспортних засобів»), «14» червня, 2013 року. – 22 с.

Розробники: доцент кафедри теоретичної та загальної електротехніки,  
доц., к.т.н. Я. Б. Форкун,  
доцент кафедри теоретичної та загальної електротехніки,  
доц., к.т.н. В. П. Самошкін

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної та загальної електротехніки.

Протокол № 9 від «09» квітня 2013 року.

Завідувач кафедри теоретичної та загальної електротехніки проф. А. Г. Сосков

Схвалено науково-методичною радою ХНУМГ ім. О.М. Бекетова факультету «Електричний транспорт» за напрямом підготовки 6.050702 – «Електромеханіка».

Протокол № 6 від «19» квітня 2013 року.

Голова М. І. Шпіка

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів <b>10</b>	Галузь знань 0507 Електротехніка та електромеханіка	Нормативна	
	Напрямок підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»		
Модулів <b>2</b>	Спеціальності: «Електричний транспорт», «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод, «Електричні системи і комплекси транспортних засобів»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів <b>5</b>		2-й	2-й, 3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <b>розрахунково-графічні роботи (2)</b>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин <b>360</b>		3, 4	4, 5
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>5, 5</b> самостійної роботи студента – <b>4, 7,375</b>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<b>68 год.</b>	<b>10 год.</b>
		<b>Практичні</b>	
		<b>68 год.</b>	<b>14 год.</b>
		<b>Лабораторні</b>	
		<b>34 год.</b>	<b>14 год.</b>
		<b>Самостійна робота</b>	
		<b>190 год.</b>	<b>322 год.</b>
		<b>Індивідуальні завдання: 60 год.</b>	
<b>Вид контролю</b>			
3 семестр – залік, 4 семестр – екзамен	4 семестр – залік, 5 семестр – екзамен		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 47% : 53%,  
для заочної форми навчання – 11% : 89%

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** опанування фундаментальними поняттями, теорією й методологією дослідження і розрахунку електричних кіл; засвоєння фундаментальних знань, що є необхідною базою для подальшого вивчення різних електротехнічних дисциплін.

### **Завдання** дисципліни:

- навчити основним законам електротехніки та співвідношенням між електричними величинами в електричних та магнітних колах;
- навчити теорії й методології аналізу електричних кіл постійного та змінного (синусоїдного й несинусоїдного) струмів;
- навчити теорії й методології аналізу симетричних і несиметричних трифазних кіл з синусоїдними та несинусоїдними джерелами енергії;
- навчити теорії й методології аналізу перехідних процесів в електричних колах;
- ознайомити з основними законами та методами розрахунку нелінійних кіл постійного та змінного струму.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** основні закони електротехніки та співвідношення між електричними величинами в електричних та магнітних колах, теорію кіл з розподіленими параметрами та електромагнітного поля;

**вміти:** формувати схеми заміщення і топологічні структури електротехнічних об'єктів, обчислювати відповідні параметри та координати сталих режимів електричних кіл на підставі різних методів аналізу, обчислювати параметри електромагнітних пристроїв – опорів, індуктивностей, ємностей, вміти методами математичного аналізу та фізичного експерименту досліджувати явище резонансу, сталі режими багатofазних кіл, вміти методами математичного аналізу та фізичного експерименту досліджувати сталі режими кіл несинусоїдного струму, перехідні процеси в електричних колах зі зосередженими параметрами.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

**Модуль 1.** Лінійні електричні кола постійного і синусоїдного струму.

**Змістовий модуль 1.** Властивості й методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами постійної напруги та струму.

Тема 1. Вступ.

1.1. Основні етапи розвитку електротехніки і її теоретичних основ. Короткий історичний огляд розвитку науки електричних та магнітних явищ та їх практичного застосування.

1.2. Предмет курсу теоретичних основ електротехніки, його побудування, зв'язок з суміжними дисциплінами, його місце у загальній системі електротехнічної освіти бакалавра.

Тема 2. Закон Ома і закони Кірхгофа для аналізу сталих процесів у електричних колах.

2.1. Електричне коло і його елементи; схема кола і його елементи.

2.2. Основні топологічні поняття для електричних кіл: вузли, вітки, контури.

2.3. Закон Ома.

2.4. Джерело енергії, представлення реальних генераторів джерелами струму і напруги, їх взаємне перетворення.

2.5. Закони Кірхгофа. Застосування законів Кірхгофа для аналізу сталих процесів у колах.

2.6. Енергетичний баланс у електричних колах постійного струму.

2.7. Потенціальна діаграма.

Тема 3. Методи розрахунку електричних кіл постійного струму: методи контурних струмів, вузлових потенціалів, метод еквівалентного генератора.

3.1. Аналіз сталих процесів у найпростіших колах.

3.2. Застосування методу контурних струмів.

3.3. Застосування методів вузлових потенціалів і двох вузлів.

3.4. Заміна кількох паралельних віток, які містять ЕРС та опори, однією еквівалентною.

3.5. Теорема про еквівалентний генератор. Застосування методу еквівалентного генератора для розрахунку струму в одній вітці.

Тема 4. Основні властивості лінійних електричних кіл постійного струму.

4.1. Поняття вхідних і взаємних провідностей. Принцип взаємності.

4.2. Теорема про компенсацію.

4.3. Лінійні співвідношення між напругами і струмами.

4.4. Принцип накладання. Метод накладання для розрахунку електричних кіл.

4.5. Найпростіші еквівалентні перетворення схем.

4.6. Умови передачі максимальної потужності від джерела енергії до навантаження.

4.7. Передача енергії по лініях передачі.

**Змістовий модуль 2.** Властивості і методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами синусоїдної напруги та струму.

Тема 5. Методи розрахунку електричних кіл синусоїдного струму: тригонометричний метод і символічний метод.

5.1. Визначення синусоїдного струму. Найпростіші засоби отримання синусоїдних напруг і струмів.

5.2. Діючі, середні значення синусоїдних величин.

5.3. Синусоїдний струм резистивного, індуктивного і ємнісного елементів.

5.4. Тригонометричний метод розрахунку кіл синусоїдного струму.

5.5. Активна, реактивна, повна потужності.

5.6. Комплексні величини, що характеризують сталі процеси у колах синусоїдного струму. Основи комплексного (символічного) методу розрахунку.

5.7. Залежності між опором та провідністю ділянки кола.

5.8. Закони Ома і Кірхгофа для кіл синусоїдного струму у комплексній формі.

5.9. Векторні і топографічні діаграми.

5.10. Вирази потужності в комплексній формі. Баланс потужностей.

5.11. Умови передачі максимальної потужності, узгодження навантаження.

5.12. Падіння і втрата напруги в лінії.

Тема 6. Резонанс в колах синусоїдного струму (резонанс напруг, резонанс струмів).

6.1. Резонанс при послідовному і паралельному з'єднанні елементів кола.

6.2. Коливання енергії під час резонансу.

6.3. Характеристичний опір, хвильова провідність. Добротність контуру.

Частотні характеристики і фазочастотні характеристики.

6.4. Поняття про резонанс у складних колах.

6.5. Практичне застосування резонансу.

Тема 7. Аналіз процесів у колах зі взаємною індуктивністю.

7.1. Індуктивно зв'язані елементи кола. Поняття взаємної індуктивності.

7.2. Розрахунок кіл зі взаємною індуктивністю. Визначення взаємної індуктивності дослідом.

7.3. Трансформатор, схема заміщення і внесений опір. Ідеальний трансформатор. Рівняння трансформатора.

Тема 8. Чотириполюсники.

8.1. Визначення. Класифікація.

8.2. Різні форми запису основних рівнянь чотириполюсника. Основне рівняння чотириполюсника (А-форма).

8.3. Коефіцієнти чотириполюсника, зв'язок між коефіцієнтами.

8.4. Способи визначення коефіцієнтів чотириполюсника.

8.5. Характеристичні опори чотириполюсника. Постійна передача.

8.6. Схеми заміщення пасивного чотириполюсника.

8.7. Рівняння прямої та дуги окружності на комплексній площині. Годографи (кругові й лінійні діаграми). Кругова діаграма для двох послідовно з'єднаних опорів.

Тема 9. Трифазні кола

9.1. Основні поняття та визначення. Переваги трифазних кіл.

9.2. Основні схеми з'єднання трифазних кіл.

9.3. Співвідношення між лінійними і фазними величинами.

9.4. Розрахунок симетричних та несиметричних режимів трифазних кіл для різних схем («зірка-зірка», «зірка-трикутник»).

9.5. Активна, реактивна, повна потужності в трифазних колах. Вимір потужності.

9.6. Оператор трифазної системи і його основні властивості.

9.7. Аварійні режими у трифазних колах.

9.8. Показники послідовності чергування фаз і принцип їх роботи.

9.9. Обертове магнітне поле.

9.10. Розкладання несиметричної трифазної системи ЕРС на симетричні складові. Метод симетричних складових.

**Модуль 2.** Електричні кола з періодичними негармонійними напругами та струмами. Перехідні процеси в лінійних електричних колах. Сталі процеси в нелінійних колах.

**Змістовий модуль 1.** Властивості й методи розрахунку електричних кіл з періодичними негармонійними напругами та струмами.

Тема 1. Аналіз кіл з несинусоїдними струмами та напругами.

1.1. Визначення періодичних несинусоїдних струмів і напруг.

1.2. Зображення несинусоїдних струмів і напруг за допомогою рядів Фур'є. Деякі властивості періодичних кривих, що мають симетрію.

1.3. Розкладання в ряд Фур'є кривих геометрично правильної та неправильної форми. Особливості розрахунку кіл з несинусоїдними струмами.

1.4. Коефіцієнти, що характеризують форму несинусоїдної періодичної кривої.

1.5. Резонансні явища при несинусоїдних струмах.

1.6. Діючі й середні значення несинусоїдних струмів та напруг. Величини, на які реагують амперметри та вольтметри при несинусоїдних струмах.

1.7. Активна, реактивна, повна та потужність викривлення.

1.8. Еквівалентні синусоїди.

Тема 2. Несинусоїдні струми у трифазних колах.

2.1. Вищі гармоніки в трифазних колах. Особливості роботи трифазних систем, що викликані гармоніками, кратними трьом.

2.2. Розрахунок схеми „зірка-зірка” без нульового проводу (симетричне й несиметричне навантаження).

2.3. Розрахунок схеми „зірка-зірка” з нульовим проводом (симетричне й несиметричне навантаження).

Тема 3. Биття і модульовані коливання.

3.1. Несинусоїдні криві з періодичною обвідною: биття.

3.2. Несинусоїдні криві з періодичною обвідною: модульовані коливання.

**Змістовий модуль 2.** Перехідні процеси в лінійних електричних колах і методи їх розрахунку.

Тема 4. Класичний метод розрахунку перехідних процесів.

4.1 Визначення перехідних процесів. Закони комутації.

4.2. Незалежні початкові умови. Залежні початкові умови.

4.3. Класичний метод розрахунку перехідних процесів.

4.4. Складання характеристичного рівняння для визначення вільних складових струмів і напруг: методи визначника і вхідного опору.

4.5. Характер вільного процесу в залежності від коренів характеристичного рівняння. Стала часу.

4.6. Визначення постійних інтегрування у класичному методі.

4.7. Порядок розрахунку класичним методом. Деякі особливості методу.

4.8. Аналіз кола при увімкненні  $R-L$  кола на постійну напругу, закороченні  $R-L$  кола; увімкненні  $R-L$  кола на синусоїдну напругу.

4.9. Аналіз перехідного процесу при увімкненні  $R-C$  кола на постійну напругу; закороченні  $R-C$  кола; увімкненні  $R-C$  кола на синусоїдну напругу.

4.10. Перехідні процеси у послідовному коливальному контурі.

4.11. Особливості перехідних процесів при порушенні законів комутації.

Тема 5. Розрахунок перехідних процесів операторним методом.

5.1. Перетворення Лапласа, основні положення операторного методу.

5.2. Зображення постійної, показової, похідної, інтеграла; напруги на ємкості та індуктивності.

5.3. Закони Ома і Кірхгофа в операторній формі.

5.4. Формула розкладання. Розрахунок перехідних процесів операторним методом.

Тема 6. Розрахунок перехідних процесів за допомогою інтегралу Дюамеля.

6.1. Перехідна провідність і перехідна функція по напрузі.

6.2. Розрахунок перехідних процесів при підключенні джерела, що змінюється за відомим аналітичним виразом (інтеграл Дюамеля).

6.3. Порівняння різних методів розрахунку перехідних процесів.

**Змістовий модуль 3.** Сталі процеси в нелінійних колах і методи їх розрахунку.

Тема 7. Основні властивості і методи розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл при постійних струмах і напругах.

7.1. Визначення та основні властивості нелінійних електричних кіл постійного струму.

7.2. Графоаналітичний метод розрахунку нелінійних електричних кіл постійного струму: при послідовному, при паралельному і змішаному з'єднанні елементів.

7.3. Розрахунок нелінійного кола з двома вузлами.

7.4. Статичний та диференційний опори нелінійних елементів. Заміна нелінійного елемента лінійним опором та ЕРС.

7.5. Заміна нелінійного елемента лінійним опором і ЕРС.

7.6. Практичне застосування нелінійних елементів постійного струму.

7.7. Основні поняття та закони магнітних кіл: закони повного струму та закони Кірхгофа для магнітних кіл. Формальна аналогія між магнітними й електричними колами.

7.8. Пряма та зворотна задачі розрахунку магнітних кіл.

7.9. Розрахунок нерозгалуженого магнітного кола при постійному струмі.

7.10. Розрахунок розгалуженого магнітного кола при постійному струмі.

Тема 8. Аналіз сталих процесів у колах змінного струму з нелінійними елементами.

2.1. Деякі загальні властивості нелінійних елементів при змінному струмі.

2.2. Апроксимація нелінійних вольт-амперних характеристик графоаналітичним методом трьох ординат при розрахунку нелінійних кіл змінного струму.

2.3. Апроксимація нелінійних вольт-амперних характеристик ступеневим поліномом і методом трьох ординат.

2.4. Одно- й двопівперіодне випрямлення змінного струму в постійний. Згладжування пульсацій фільтрами.

2.5. Явище ферорезонансу. Ферорезонанс напруги та струму.



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	сам.роб.			л	п	лаб	сам.роб.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1. Лінійні електричні кола постійного і синусоїдного струму</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Властивості й методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами постійної напруги та струм.</b>												
<b>Тема 1. Вступ</b>	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
<b>Тема 2. Закон Ома і закони Кірхгофа для аналізу сталих процесів у електричних колах</b>	24	4	4	2	7	7	24	1	1	1	7	14
<b>Тема 3. Методи розрахунку електричних кіл постійного струму: методи контурних струмів, вузлових потенціалів, метод еквівалентного генератора</b>	30	4	6	2	8	10	30	1	1	1	8	19
<b>Тема 4. Основні властивості лінійних електричних кіл постійного струму.</b>	16	2	2	2	-	10	16	-	-	-	-	16
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>51</b>
<b>Змістовий модуль 2. Властивості і методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами синусоїдної напруги та струму</b>												
<b>Тема 5. Методи розрахунку електричних кіл синусоїдного струму: тригонометричний метод і символічний метод</b>	27	6	10	2	7	2	27	1	1	1	7	17
<b>Тема 6. Резонанс в колах синусоїдного струму (резонанс напруг, резонанс струмів)</b>	16	4	4	4	-	4	16	0,5	0,5	1	-	14

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Тема 7.</b> Аналіз про-цесів у колах зі взаємною індуктивністю	9	4	2	-	-	3	9	-	-	-	-	9
<b>Тема 8.</b> Чотириполюсники	21	4	2	2	8	5	21	-	-	-	8	13
<b>Тема 9.</b> Трифазні кола	17	6	6	4	-	1	17	0,5	0,5	2	-	14
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>90</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>90</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>67</b>
<i>Усього годин</i>	<i>162</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>18</i>	<i>30</i>	<i>42</i>	<i>162</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>30</i>	<i>118</i>
<b>Модуль 2. Електричні кола з періодичними негармонійними напругами та струмами. Перехідні процеси в лінійних електричних колах. Сталі процеси в нелінійних колах</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Властивості й методи розрахунку електричних кіл з періодичними негармонійними напругами та струмами</b>												
<b>Тема 1.</b> Аналіз кіл з несинусоїдними струмами та напругами	34	4	6	4	7	13	34	1	2	2	7	22
<b>Тема 2.</b> Несинусоїдні струми у трифазних колах	30	4	6	2	8	10	30	1	2	-	8	19
<b>Тема 3.</b> Биття і модульовані коливання	8	2	-	-	-	6	8	-	-	-	-	8
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>72</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>29</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>49</b>
<b>Змістовий модуль 2. Перехідні процеси в лінійних електричних колах і методи їх розрахунку</b>												
<b>Тема 4.</b> Класичний метод розрахунку перехідних процесів	40	6	8	4	8	14	40	2	2	2	8	26
<b>Тема 5.</b> Розрахунок перехідних процесів операторним методом	30	6	6	2	7	9	30	1	2	2	7	18

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Тема 6.</b> Розрахунок перехідних процесів за допомогою інтег- ралу Дюамеля	20	4	2	-	-	14	20	-	-	-	-	20
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>64</b>
<b>Змістовий модуль 3. Сталі процеси в нелінійних колах і методи їх розрахунку</b>												
<b>Тема 7.</b> Основні властивості і методи розрахунку неліній-них електричних і магнітних кіл при постійних струмах і напругах	18	3	2	4	-	9	18	0,5	1	2	-	14,5
<b>Тема 8.</b> Аналіз сталих процесів у колах змінного струму з нелінійними елементами	18	3	2	-	-	13	18	0,5	1	-	-	16,5
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>31</b>
<b>Усього годин</b>	<b>198</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>88</b>	<b>198</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>144</b>

### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денне	Заочне
1	2	3	4
Модуль 1			
1	Розрахунок простих кіл постійного струму. Спрощення схеми. Визначення струму на ділянці кола за законом Ома. Еквівалентне перетворення джерел енергії.	2	0,25
2	Розрахунок розгалужених кіл постійного струму за законами Кірхгофа. Складання балансу потужностей. Побудування потенціальної діаграми.	2	0,5
3	Розрахунок розгалужених кіл постійного струму методом контурних струмів. Особливості методу.	2	0,5

Продовження табл.

1	2	3	4
4	Розрахунок розгалужених кіл постійного струму методом вузлових потенціалів, двох вузлів. Особливості методу.	2	0,5
5	Вхідні та взаємні провідності. Застосування заміни кількох паралельних віток, що містять ЕРС та опори, однією еквівалентною.	1	-
6	Розрахунок розгалужених кіл постійного струму методом накладання. Розрахунок розгалужених кіл постійного струму методом еквівалентного генератора.	1	0,25
7	Підсумкове заняття за темою „Закони та методи розрахунку кіл постійного струму”: контрольна робота.	2	-
8	Кола однофазного синусоїдального струму (миттєве, діюче, середнє, амплітудне значення, коефіцієнти). Розрахунок кіл синусоїдного струму тригонометричним методом.	2	0,25
9	Зображення синусоїдальних величин комплексними числами, форми запису комплексного числа, перехід від миттєвих значень до комплексних і навпаки.	2	0,25
10	Розрахунок нерозгалужених кіл синусоїдального струму комплексним (символічним) методом. Баланс потужностей у колах однофазного синусоїдного струму.	2	0,25
11	Розрахунок розгалужених кіл синусоїдального струму комплексним (символічним) методом. Побудування векторно-топографічної діаграми для кіл синусоїдного струму.	2	0,25
12	Резонанс у нерозгалужених та розгалужених колах змінного струму (резонанс напруг і струмів).	4	0,25
13	Підсумкове заняття за темою: „Методи розрахунку кіл синусоїдного струму”: контрольна робота.	2	-
14	Розрахунок кіл зі взаємною індуктивністю.	2	0,25
15	Чотириполюсники. Визначення коефіцієнтів чотириполюсників. Побудування кругових діаграм.	2	-
16.	Трифазні кола змінного струму. Розрахунок симетричних режимів при з'єднанні навантаження зіркою та трикутником.	2	0,25
17	Розрахунок несиметричних режимів при з'єднанні навантаження зіркою. Розрахунок несиметричних режимів при з'єднанні навантаження трикутником.	2	0,25
18	Підсумкове заняття за темою: „Трифазні кола”, контрольна робота.	2	-
Модуль 2			
1	Графоаналітичний метод розкладання несинусоїдної періодичної напруги в ряд Фур'є.	1	0,5
2	Розрахунок однофазних нерозгалужених кіл з несинусоїдними джерелами ЕРС.	2	1
3	Розрахунок однофазних розгалужених кіл з несинусоїдними джерелами ЕРС.	2	1
4	Потужності в однофазних колах з несинусоїдними джерелами ЕРС. Визначення коефіцієнтів, що характеризують форму несинусоїдної напруги (струму).	1	0,5
5	Розрахунок трифазних кіл з несинусоїдними джерелами ЕРС.	4	1

Продовження табл.

1	2	3	4
6	Підсумкове заняття за темою: „Електричні кола з періодичними негармонійними напругами і струмами”: контрольна робота.	2	-
7	Закони комутації. Незалежні початкові і залежні початкові умови. Визначення примусових складових.	2	1
8	Класичний метод розрахунку перехідних процесів у нерозгалужених колах постійного струму.	2	0,5
9	Класичний метод розрахунку перехідних процесів у розгалужених колах постійного струму.	2	1
10	Класичний метод розрахунку перехідних процесів у колах синусоїдного струму.	2	0,5
11	Підсумкове заняття за темою „Класичний метод розрахунку перехідних процесів у колах постійного струму”: контрольна робота.	2	-
12	Операторний метод розрахунку перехідних процесів у нерозгалужених колах постійного струму. Операторний метод розрахунку перехідних процесів у розгалужених колах постійного струму.	4	1
13	Розрахунок перехідних процесів за допомогою інтеграла Дюамеля.	2	-
14	Графоаналітичний метод розрахунку нелінійних електричних кіл постійного струму: при послідовному, при паралельному і змішаному з'єднанні елементів.	1	0,5
15	Розрахунок нерозгалуженого магнітного кола при постійному струмі.	1	0,5
16	Розрахунок розгалуженого магнітного кола при постійному струмі.	2	1

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денне	Заочне
1	2	3	4
Модуль 1			
1	„Інструктаж з правил техніки безпеки в лабораторії теоретичних основ електротехніки, дослідження і вивчення електровимірювальної апаратури лабораторії”.	1	0,5
2	Лабораторна робота (Л.Р.) № 1 – „Дослідження характеристик стенду УДЛС-1 на постійному струмі і експериментальна перевірка законів Ома і Кірхгофа”: виконання, захист, розв'язання контрольного завдання до лабораторної роботи № 1.	2	0,5
3	Л.Р.№ 2 – „Експериментальна перевірка методів аналізу лінійних електричних кіл постійного струму”: виконання, захист, розв'язання контрольного завдання до лабораторної роботи № 2	3	1
4	Л.Р.№ 3 – „Дослідження нерозгалуженого електричного кола синусоїдного струму”: виконання, захист, розв'язання контрольного завдання до лабораторної роботи № 3.	2	1

Продовження табл.

1	2	3	4
5	Л.Р.№ 4 – „Дослідження розгалуженого кола синусоїдного струму”: виконання, захист, розв’язання контрольного завдання до лабораторної роботи № 4.	3	1
6	ЛР №5 «Дослідження пасивного чотириполюсника».	2	-
7	Л.Р.№ 6 - Дослідження трифазних кіл, з’єднаних зіркою”.	3	1
8	Л.Р.№ 7 – „Дослідження трифазних кіл, з’єднаних трикутником”.	2	1
Модуль 2			
1	„Інструктаж з правил техніки безпеки в лабораторії теоретичних основ електротехніки, дослідження і вивчення електровиміральної апаратури лабораторії”.	4	1
2	Л.Р.№ 8 – „Дослідження впливу характеру опору на форму кривої струму при несинусоїдній напрузі”: виконання, захист, розв’язання контрольного завдання до лабораторної роботи № 8.	8	1
4	Л.Р.№ 9 – „Дослідження перехідних процесів у нерозгалужених колах першого та другого порядку з джерелом постійної напруги””: виконання, захист, розв’язання контрольного завдання до лабораторної роботи № 9.	12	4
6	Л.Р.№ 10 – „Дослідження нелінійних кіл постійного струму”.	8	2

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денне	заочне
1	2	3	4
Модуль 1			
1	Вступ.	-	2
2	Закон Ома і закони Кірхгофа для аналізу сталих процесів у електричних колах.	14	21
3	Методи розрахунку електричних кіл постійного струму: методи контурних струмів, вузлових потенціалів, метод еквівалентного генератора.	18	27
4	Основні властивості лінійних електричних кіл постійного струму.	10	16
5	Методи розрахунку електричних кіл синусоїдного струму: тригонометричний метод і символічний метод.	8	24
6	Резонанс в колах синусоїдного струму (резонанс напруг, резонанс струмів).	4	14
7	Аналіз процесів у колах зі взаємною індуктивністю.	3	9
8	Чотириполюсники.	13	21
9	Трифазні кола.	1	14
<b>Разом</b>		72	148
Модуль 2			
1	Аналіз кіл з несинусоїдними струмами та напругами.	20	29
2	Несинусоїдні струми у трифазних колах.	18	27
3	Биття і модульовані коливання.	6	8

1	2	3	4
4	Класичний метод розрахунку перехідних процесів.	22	34
5	Розрахунок перехідних процесів операторним методом.	16	25
6	Розрахунок перехідних процесів за допомогою інтегралу Дюамеля.	14	20
7	Основні властивості і методи розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл при постійних струмах і напругах.	9	14,5
8	Аналіз сталих процесів у колах змінного струму з нелінійними елементами.	13	16,5
<b>Разом</b>		118	174

## 9. Індивідуальні завдання

### Модуль 1

#### РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА №1 (30 годин)

(містить 2 частини)

#### "Аналіз складного кола постійного струму й розгалуженого кола синусоїдного струму" -

1 частина – „Розрахунок складного кола постійного струму”

Мета першої частини РГР №1:

- вивчити методику комплексного дослідження електричного кола постійного струму;
- оволодіти методами розрахунку електричних кіл, а саме – методом контурних струмів, вузлових потенціалів, еквівалентного генератора;
- навчитися складати баланс потужностей для кола, що містить джерела напруги та струму, будувати потенціальну діаграму для замкнутого кола, за допомогою яких перевіряється правильність розрахунків.

Робоче завдання на першу частину РГР №1:

1. Для вихідної схеми з джерелом струму  $j$  скласти систему рівнянь за законами Кірхгофа.
2. Провести перетворення в схемі, що досліджується, джерела струму  $j$  на еквівалентне джерело ЕРС  $E_j$ .
3. Розрахувати всі струми методом контурних струмів для схеми с джерелом ЕРС  $E_j$ .
4. Скласти баланс потужностей для вихідної схеми з джерелом струму  $j$ .
5. Побудувати для зовнішнього контуру потенціальну діаграму.
6. Розрахувати всі струми вихідної схеми (с джерелом струму  $j$ ) методом вузлових потенціалів.
7. Розрахувати струм вітки з ЕРС  $E_2$  методом еквівалентного генератора.
8. Визначити показання вольтметрів.

2 частина – „Розрахунок розгалуженого кола синусоїдного струму”

Мета другої частини РГР №1:

- вивчити комплексний метод розрахунку електричного кола гармонійного струму;
- навчитися складати баланс активних та реактивних потужностей для кіл синусоїдного струму;

- вивчити методику побудови векторно-топографічних, хвильових та кругових діаграм;
- вивчити методику визначення коефіцієнтів чотиріполюсника розрахунковим засобом.

Робоче завдання на другу частину РГР №1:

1. Комплексним методом визначити струми в усіх вітках.
2. Скласти баланс активних та реактивних потужностей.
3. Для схеми, що задана, побудувати векторну діаграму струмів та векторно-топографічну діаграму напруг.
4. Записати вирази миттєвих значень ЕРС та загального струму, побудувати сумісні графіки залежностей цих величин від часу.
5. Побудувати кругову діаграму для струму другої вітки при зміні модуля опору в п'ятій вітці та визначити коефіцієнти Т-подібного чотиріполюсника й записати основні рівняння чотиріполюсника з визначеними коефіцієнтами, зробивши перевірку для вихідних даних свого варіанту.

## Модуль 2

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА №2 (30 годин)

(містить 2 частини)

"Розрахунок трифазних кіл, що живляться негармонійними джерелами напруги та перехідних процесів у лінійних електричних колах"

1 частина – „Розрахунок трифазних кіл, що живляться негармонійними джерелами напруги”

Мета першої частини РГР №2:

- вивчити методику дослідження електричних кіл з різним характером та схемами навантаження при живленні навантаження від трифазного симетричного негармонійного генератора;
- оволодіти графоаналітичним методом розкладання у ряд Фур'є негармонійної періодичної кривої живильної напруги;
- навчитися знаходити струми і напруги трифазного кола, що живиться негармонійними джерелами напруги, методом комплексних величин і записувати їх миттєві значення;
- навчитися знаходити потужності й коефіцієнти трифазного кола, що живиться негармонійними джерелами напруги.

Робоче завдання на першу частину РГР №2:

1. Визначити миттєві й діючі значення струмів усіх віток кола.
2. Знайти миттєве й діюче значення напруги між двома точками схеми, вказаними у вихідних даних відповідно до варіанту ( $u_{mn}$ ).
3. Побудувати графік миттєвого значення напруги  $u_{mn}$  у функції часу (графіки двох чи трьох гармонійних складових і результуюча негармонійна крива).
4. Знайти активну, реактивну і повну потужності трифазної системи (для варіантів з несиметричним навантаженням визначається тільки активна потужність).
5. Визначити потужність викривлення і коефіцієнт викривлення (для варіантів з



симетричним навантаженням).

2 частина – "Розрахунок перехідних процесів у лінійних електричних колах"

Мета другої частини РГР №2:

- вивчити методикку дослідження лінійних електричних кіл у перехідному режимі за допомогою класичного та операторного методів;
- навчитися визначати струми всіх віток кола при послідовному замиканні трьох ключів за допомогою класичного методу (кожен ключ замикається у той момент, коли перехідний процес від замикання попереднього ключа ще не закінчився, й пройшов час, що дорівнює сталій часу  $\tau$  попереднього перехідного процесу);
- навчитися визначати струм однієї з віток розгалуженого кола постійного струму в перехідному режимі за допомогою операторного методу.

Робоче завдання на другу частину РГР №2:

1. Визначити миттєві значення струмів усіх віток кола при послідовному замиканні трьох ключів за допомогою класичного методу.
2. Визначити миттєве значення струму другої вітки кола  $i_2(t)$  при замиканні третього ключа за допомогою операторного методу та порівняти його зі струмом  $i_2(t)$ , який знайдено за допомогою класичного методу.
3. Побудувати графік миттєвого значення струму  $i_1(t)$  в перехідному режимі при послідовному замиканні трьох ключів.

## 10. Методи навчання

При проведенні лекцій передбачено використання мультимедійних засобів.

Виконання і захист лабораторних робіт відбувається у спеціалізованій лабораторії на навчальних стендах з використанням вимірювальних засобів та наборів пасивних елементів складання схем, що досліджуються. Практичні заняття супроводжуються демонстрацією наочної інформації, мається можливість проводити необхідні розрахунки з використанням ЕОМ.

## 11. Методи контролю

При проведенні контролю якості отриманих знань передбачено:

- тестування;
- захист лабораторних робіт на основі контрольних запитань наведених у методичних вказівках до виконання лабораторних робіт;
- захист розрахунково-графічних робіт на основі контрольних запитань, наведених у методичних вказівках до розрахунково-графічних робіт;
- опитування за контрольними запитаннями, що наведені в методичних вказівках до самостійного вивчення дисципліни;
- проведення контрольних робіт.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

### Модуль 1

Поточне тестування та самостійна робота									Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
1	7	11	6	7	8	5	7	8		

### Модуль 2

Поточне тестування та самостійна робота								Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
8	8	4	15	10	5	5	5		

## 13. Методичне забезпечення

1. Текст лекцій з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки", частина I (для студентів усіх форм навчання напрямків 0906 - "Електротехніка" і 6.0922 - "Електромеханіка") [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Форкун Я.Б., Самошкін В.П., Капустін Г.В. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 70 с.

2. Текст лекцій з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки", частина II (для студентів усіх форм навчання напрямків 6.050701 - «Електротехніка та електротехнології» і 6.050702 - «Електромеханіка») [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Форкун Я.Б., Самошкін В.П., Капустін Г.В. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 87 с.

3. Текст лекцій з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (частина 3) для студентів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» / Форкун Я. Б., Глебова М. Л.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 115 с.

4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за темами «Лінійні електричні кола постійного та синусоїдного струму» з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (для студентів усіх форм навчання напрямків 6.050701 - «Електротехніка та електротехнології» і 6.050702 - «Електромеханіка») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Форкун Я.Б., Глебова М.Л., Капустін Г.В. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 44 с.

5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за темами «Трифазні кола, несинусоїдні кола, перехідні процеси, нелінійні кола» з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (для студентів усіх форм навчання напрямків 6.050701 - «Електротехніка та електротехнології» і 6.050702 - «Електромеханіка») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Форкун Я.Б., Самошкін В.П., Капустін Г.В. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 56 с.

6. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи за темою "Розрахунок складного кола постійного струму і розгалуженого кола синусоїдного струму" з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки" (для студентів усіх форм навчання напрямів 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», 6.050702 «Електромеханіка») [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я.Б. Форкун, В.П. Самошкін; Г. В. Капустін - Х.: ХДАМГ, 2011. – 52 с.

7. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи за темами "Розрахунок трифазних кіл, що живляться негармонійними джерелами напруги", "Розрахунок перехідних процесів у лінійних електричних колах" з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки" (для студентів всіх форм навчання напрямків 6.0906 - "Електротехніка" і 6.0922 - "Електромеханіка") [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я.Б. Форкун, В.П. Самошкін, Г.В. Капустін, С.М. Юрченко. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 79 с.

8. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи за темою «Розрахунок складних кіл постійного і синусоїдного струму» з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки" (для студентів заочної форми навчання напрямів 0906 - "Електротехніка" і 0922 - "Електромеханіка") [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я.Б. Форкун, В.П. Самошкін, Г.В. Капустін, С.М. Юрченко. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 42 с.

9. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи за темою «Розрахунок трифазних кіл, що живляться негармонійними джерелами напруги та аналіз перехідних процесів у лінійних електричних колах постійного струму» з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки» (для студентів заочної форми навчання напрямів 6.050701 - «Електротехніка та електротехнології" і 6.050702 - "Електромеханіка") [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я.Б. Форкун, В.П. Самошкін, Г.В. Капустін, С.М. Юрченко. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 48 с.

10. Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (для студентів усіх форм навчання напрямів 6.050702 «Електромеханіка») [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я. Б. Форкун, Н. О. Сабалаєва, Г.В. Капустін – Х.: ХНАМГ, 2011. – 37 с.

11. Методичні вказівки до практичних занять за темами «Лінійні електричні кола з негармонійними джерелами енергії», «Розрахунок трифазних кіл, що живляться негармонійними джерелами напруги» з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки" (для студентів усіх форм навчання напрямів 0906 - "Електротехніка" і 0922 - "Електромеханіка") [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я.Б. Форкун, С.М. Юрченко. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 34 с.

12. Методичні вказівки до практичних занять за темою «Розрахунок лінійних електричних кіл з джерелами постійної напруги і струму» з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (для студентів усіх форм навчання напрямів

6.050701 - "Електротехніка та електротехнології", 6.050702 - "Електромеханіка", 6.030601 - "Менеджмент") [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я.Б. Форкун, В.П. Самошкін, Г.В. Капустін, Д.В. Тугай – Х.: ХНАМГ, 2009. – 43 с.

13. МВ до практичних занять за темою «Розрахунок лінійних електричних кіл з джерелами синусоїдної напруги і струму» з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки" (для студентів усіх форм навчання напрямів 6.050701 - "Електротехніка та електротехнології", 6.050702 - "Електромеханіка", 6.030601 - "Менеджмент") [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Я.Б. Форкун, Д.В. Тугай – Х.: ХНАМГ, 2009. – 47 с.

14. Методичні вказівки до практичних занять за темами «Перехідні процеси в лінійних електричних колах. Нелінійні кола» з дисципліни "Теоретичні основи електротехніки" (для студентів усіх форм навчання напрямів 6.050701 - "Електротехніка та електротехнології", 6.050702 - "Електромеханіка", 6.030601 - "Менеджмент") / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Форкун Я.Б., Капустін Г.В., Самошкін В.П., Тугай Д.В. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 37 с.

#### **14. Рекомендована література**

##### **Базова**

1. Рибалко, М.П. Теоретичні основи електротехніки. Лінійні електричні кола [Текст]: підручник / М.П. Рибалко, В.О.Есауленко, В.І. Костенко; Донецьк: Новий світ, 2003.–513 с.

2. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Текст]: ученик / - Л.А. Бессонов; М.: Гардарики, 2002. – 640 с.

3. Шегедін, О.І. Теоретичні основи електротехніки. Частина 1: Навчальний посібник для студентів дистанційної форми навчання електротехнічних та електромеханічних спеціальностей вищих навчальних закладів [Текст] / О.І. Шегедін, В.С. Маляр; Львів: Новий Світ, 2004. – 168 с.

4. Перхач, В.С. Теоретична електротехніка. Лінійні кола [Текст] / В.С. Перхач; К: Вища школа, 1992. – 439 с.

5. Зевеке, Г.В. Основы теории цепей: Учебник для вузов [Текст] / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, Нетушил, Страхов; М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.

6. Паначевний, Б.І. Загальна електротехніка: теорія і практикум: Підручник [Текст] / Б.І. Паначевний, Ю.Ф. Свєргун; К.: Каравела, 2004. - 440 с.

7. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. Ученик [Текст] / Л.А. Бессонов; М.: Гардарики, 2001 г. – 317 с.

8. Демирчян, К.С. Теоретические основы электротехники. 4-е издание, дополненное для самостоятельного изучения курса [Текст] / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин; Издательство «Питер», 2004 г. (том 1 – 462 с., том 2 – 575 с., том 3 – 376 с.).

### **Допоміжна**

1. Родзевич, В.Є. Загальна електротехніка: Навч. Посібник для підготовки молодших спеціалістів [Текст] / В.Є. Родзевич; К.: Вища школа, 1993. -183 с.
2. Воробкевіч, А.Ю. Збірник задач з теоретичних основ електротехніки, ч.1.: Навч. Посібник [Текст] / А.Ю. Воробкевіч, О.І. Шегедін; К.: «Магнолія плюс», 2004. - 224 с.
3. Шебес, М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей [Текст] / М.Р. Шебес, М.В. Каблукова; М.: «Высшая школа», 1990.– 544 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. <http://www.toehelp.ru/theory/toe/contents.html>
2. <http://www.electrik.org>
3. [www.electrik.org/lesson/Golubev/default.htm](http://www.electrik.org/lesson/Golubev/default.htm)

*Навчальне видання*

**Робоча програма навчальної дисципліни**

**«Теоретичні основи електротехніки»**

**напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка»**

**спеціальності «Електричний транспорт»,**

**«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод,**

**«Електричні системи і комплекси транспортних засобів»**

Розробники: САМОШКІН Володимир Петрович,

ФОРКУН Яна Борисівна

В авторській редакції

Комп'ютерне верстання: *Ю. Ю. Конюшенко*

План 2013, поз. 157 б

---

Підп. до друку 07.05.2013 р.

Друк на ризографі

Тираж 1 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 1,0

Зам. № 9398

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4064 від 12.05.2011 р.