

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

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

**ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни**

**«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ»**

**підготовки бакалавр**

**напряму 6.050702 – «Електромеханіка»**

**спеціальностей «Електричний транспорт»,**

**«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод,**

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

**(Шифр за ОПП 3.1.1)**

Харків  
ХНУМГ  
2014 рік

**РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:**

Харківським національним університетом міського господарства  
імені О. М. Бекетова

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

доц., к.т.н. В. П. Самошкін,

доц., к.т.н. Я. Б. Форкун

Обговорено та рекомендовано до видання Вченою Радою ХНУМГ  
ім. О.М. Бекетова, як тимчасово діюче до затвердження Президією Науково-  
методичної комісії з напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка».

Протокол № 6 від «19» квітня 2013 року.

## ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “Теоретичні основи електротехніки” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки рівня бакалавр напряму 6.050702 – «Електромеханіка» спеціальностей «Електричний транспорт», «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електричні системи і комплекси транспортних засобів».

**Предметом вивчення у дисципліні** є електромагнітні явища та їх застосування для вирішення проблем отримання, передачі, та розподілу електроенергії, а також при розробці електротехнічних пристроїв, що відповідають усім сучасним вимогам.

### **Міждисциплінарні зв'язки:**

Дисципліни, що передують вивченню даної дисципліни:

- фізика – розділи: "Електрика та магнетизм";
- вища математика - розділи: системи лінійних алгебраїчних рівнянь, теорія матриць, похідна та інтеграл, диференціальні рівняння, функціональні ряди, інтегральні перетворення Лапласа, векторна алгебра, комплексні числа;
- електротехнічні матеріали.

Дисципліни, вивчення яких спирається на дану дисципліну:

- електроніка та мікросхемотехніка;
- теорія електропривода;
- електричні машини;
- мікропроцесорні пристрої транспортних засобів;
- основи метрології та електричних вимірювань;
- електропостачання транспорту;
- електричне обладнання рухомого складу;
- електричні апарати.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Властивості й методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами постійної напруги та струму.
2. Властивості і методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами синусоїдної напруги та струму.
3. Властивості й методи розрахунку електричних кіл з періодичними негармонійними напругами та струмами.
4. Перехідні процеси в лінійних електричних колах і методи їх розрахунку.
5. Сталі процеси в нелінійних колах і методи їх розрахунку.

### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» є опанування фундаментальними поняттями, теорією й методологією дослідження і розрахунку електричних кіл; засвоєння фундаментальних знань, що є необхідною базою для подальшого вивчення різних електротехнічних дисциплін.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» є:

- 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.
- ознайомити з методами дослідження і розрахунку електромагнітних полів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:** основні закони електротехніки та співвідношення між електричними величинами в електричних та магнітних колах;

**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 багатофазних кіл, вміти методами математичного аналізу та фізичного експерименту досліджувати сталі режими кіл несинусоїдного струму, перехідні процеси в електричних колах зі зосередженими параметрами.

**На вивчення навчальної дисципліни відводиться –  
360 години / 10 кредитів ECTS.**

## **2. Інформаційний обсяг 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.

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 та потенціальна діаграма.

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

3.1. Застосування методу контурних струмів.

3.2. Застосування методів вузлових потенціалів і двох вузлів.

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

3.4. 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.

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

4.6. Еквівалентне перетворення трикутника опорів в зірку опорів (і навпаки).

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

4.8. 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. Розв'язання магнітно зв'язаних кіл.

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 передачі.

8.6. Схеми заміщення пасивного чотириполюсника.

8.7. Рівняння прямої та дуги окружності на комплексній площині. Годографи (кругові й лінійні діаграми). Кругова діаграми 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 та співвідношення між лінійними і фазними величинами.

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

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

9.5. Оператор трифазної системи і його основні властивості.

9.6. Розкладання несиметричної трифазної системи ЕРС на симетричні складові.

9.7. Обертове магнітне поле.

**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. 1.4. Особливості розрахунку кіл з несинусоїдними струмами.

1.5. Коефіцієнти, що характеризують форму несинусоїдної періодичної кривої.

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. 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.

2.3. Розрахунок схеми „зірка-зірка” з нульовим проводом.

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.

4.6. Визначення постійних інтегрування у класичному методі.

4.7. Порядок розрахунку класичним методом. Деякі особливості методу.

4.8. Аналіз перехідних процесів при увімкненні  $R-L$  та  $R-C$  кола на постійну та синусоїдну напругу.

4.9. Перехідні процеси у послідовному коливальному контурі.

4.10. 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 підключення джерела, що змінюється за відомим аналітичним виразом (інтеграл Дюамеля).

**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.

7.5. Заміна нелінійного елементу лінійним опором і ЕРС.

7.6. Практичне застосування нелінійних елементів постійного струму.

7.7. Основні поняття та закони магнітних кіл. Формальна аналогія між магнітними й електричними колами.

7.8. Пряма та зворотна задачі розрахунку нерозгалуженого та розгалуженого магнітного кола при постійному струмі.

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

8.1. Деякі загальні властивості нелінійних елементів при змінному струмі.

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

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

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

8.5. Явище ферорезонансу. Ферорезонанс напруги та струму.

### **3. 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]: учебник / - 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. Сvergун; 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.

### **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)

### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Формами підсумкового контролю успішності для кожного модуля є екзамен. Екзамени забезпечені екзаменаційними білетами і задачами до білетів у кількості 30 штук (1, 2 модулі).

### **5. Засоби діагностики успішності навчання**

Засобами діагностики успішності навчання є тестування, захист лабораторних та розрахунково-графічних робіт на основі контрольних запитань наведених у методичних вказівках до виконання лабораторних та до розрахунково-графічних робіт; опитування за контрольними запитаннями, що наведені в методичних вказівках до самостійного вивчення дисципліни, проведення контрольних робіт (2 контрольні роботи за матеріалом модуля 1; 2 контрольні роботи за матеріалом модуля 2), які забезпечені комплектами контрольних робіт у кількості 30 штук кожний.

*Навчальне видання*

**Програма**  
**нормативної навчальної дисципліни**  
**«Теоретичні основи електротехніки»**  
**підготовки бакалавр**  
**напряму 6.050702 – «Електромеханіка»**  
**спеціальностей «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 а

---

Підп. до друку 17.06.2013 р.	Формат 60х84/16
Друк на ризографі	Ум. друк. арк. 0,4
Тираж 1 пр.	Зам. № 9397

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.