

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

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

**СТАНДАРТ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

**Ректор**



**В.М. Бабасв**  
2014 р.

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

**ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни**

**підготовки бакалавра**

**галузі знань 0507 – Електротехніка та електромеханіка**

**напряму 6.050701 - Електротехніка та електротехнології**

**спеціальності «Світлотехніка і джерела світла»**

**(шифр дисципліни за ОПП 3.1.1)**

Стандарт чинний з дати затвердження

Харків - 2014



РОЗРОБЛЕНО: Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова

КАФЕДРА: теоретичної і загальної електротехніки

РОЗРОБНИКИ: к.т.н., доцент кафедри Форкун Я.Б.,

к.т.н., доцент кафедри Глебова М.Л.

ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ

( проф. Сосков А.Г. )

“ 02 ” жовтня 2014 р., протокол № 2

Схвалено **випусковою** кафедрою світлотехніки і джерел світла

Протокол від “ 14 ” 10 2014 року № 3

Завідувач випускової кафедри

(проф. Назаренко Л.А.)

Програма відповідає формі Програми навчальної дисципліни, що затверджена  
Наказом по ХНУМГ ім. О.М. Бекетова від 24 лютого 2014 р. № 46-01.

Методист НМВ

( Уморокисно В.І. ) “ 20 ” жовтня 2014 р.

Обговорено та рекомендовано до затвердження Науково - методичною радою  
факультету електропостачання та освітлення міст

Голова Науково-методичної ради

(Поліщук В.М.) “ 22 ” 10 2014 р.,  
протокол № 3

Цей стандарт не може бути тиражований або відтворений будь яким способом без  
письмової згоди ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

## ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є електромагнітні явища та їх застосування для вирішення проблем енергетики, а саме: отримання, передачі, та розподілу електроенергії, а також при розробці електротехнічних пристроїв, що відповідають усім сучасним вимогам

### Міждисциплінарні зв'язки:

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Фізика	Промислова електроніка
Вища математика	Електрична частина станцій та підстанцій
Електротехнічні матеріали	Електричні машини
	Мікропроцесорна техніка
	Основи метрології та електричних вимірювань
	Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем
	Техніка високих напруг
	Електричні системи та мережі
	Електропостачання та електрозбереження
	Електротехнічні пристрої світлотехнічних систем

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів (ЗМ):

ЗМ 1. Властивості й методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами постійної напруги та струму.

ЗМ 2. Властивості і методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами синусоїдної напруги та струму.

ЗМ 3. Властивості й методи розрахунку електричних кіл з періодичними негармонійними напругами та струмами.

ЗМ 4. Перехідні процеси в лінійних електричних колах і методи їх розрахунку.

ЗМ 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 електротехні-

ки» є формування у студентів належного рівня знань про методи аналізу та дослідження електричних та магнітних кіл та застосування цих знань при виконанні виробничих завдань.

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

**знати:**

- основні закони електротехніки та співвідношенням між електричними величинами в електричних та магнітних колах;
- теорію й методологію аналізу електричних кіл постійного та змінного (синусоїдного й несинусоїдного) струмів;
- теорію й методологію аналізу симетричних і несиметричних трифазних кіл з синусоїдними та несинусоїдними джерелами енергії;
- теорію й методологію аналізу перехідних процесів в електричних колах;
- основні закони та методи розрахунку нелінійних кіл постійного та змінного струму;
- теорію й методологію аналізу кіл з розподіленими параметрами;
- теорію електромагнітного поля, у якій розглядаються електромагнітні явища у нерухомих ізотропних середовищах;
- методи дослідження і розрахунку електромагнітних полів.

**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;
- проводити розрахунок кіл з розподіленими параметрами,

**мати компетенції:**

- здатність проводити інженерні розрахунки, що пристосовуються до широкого класу сучасних електротехнічних пристроїв;
- здатність до подальшого вдалого вивчення наступних спеціальних електротехнічних дисциплін;
- здатність розраховувати потрібні електротехнічні величини на ділянках електричних кіл будь-якої складності;
- здатність правильно поставити та розв'язати електротехнічне завдання;
- здатність правильно скласти та уточнити розрахункову модель електротехнічного пристрою;
- здатність вибору найбільш раціонального рішення електротехнічної задачі;
- здатність коректно інтерпретувати одержані після розрахунків результати.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 360 годин – 10 кредитів ЄКТС.



## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

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

**Змістовий модуль 1.1.** Властивості й методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами постійної напруги та струму.

**Тема 1.1.1** Вступ. Закон Ома і закони Кірхгофа для аналізу сталих процесів у електричних колах.

Основні етапи розвитку електротехніки і її теоретичних основ. Предмет курсу теоретичних основ електротехніки, його місце у загальній системі електротехнічної освіти бакалавра. Електричне коло, схема та їх елементи. Основні топологічні поняття для електричних кіл: вузли, вітки, контури. Закон Ома. Джерело енергії, представлення реальних генераторів джерелами струму і напруги, їх взаємне перетворення. Закони Кірхгофа для аналізу сталих процесів у колах. Енергетичний баланс та потенціальна діаграма.

**Тема 1.1.2.** Методи розрахунку електричних кіл постійного струму.

Застосування методу контурних струмів. Застосування методів вузлових потенціалів і двох вузлів. Заміна кількох паралельних віток, які містять ЕРС та опори, однією еквівалентною. Теорема про еквівалентний генератор. Застосування методу еквівалентного генератора для розрахунку струму в одній вітці.

**Тема 1.1.3.** Основні властивості лінійних електричних кіл постійного струму.

Поняття вхідних і взаємних провідностей. Принцип взаємності. Теорема про компенсацію. Лінійні співвідношення між напругами і струмами. Принцип та метод накладання для розрахунку електричних кіл. Еквівалентне перетворення трикутника опорів в зірку опорів (і навпаки). Умови передачі максимальної потужності від джерела енергії до навантаження. Передача енергії по лініях передачі.

**Змістовий модуль 1.2.** Властивості і методи розрахунку лінійних електричних кіл з джерелами синусоїдної напруги та струму.

**Тема 1.2.1.** Методи розрахунку електричних кіл синусоїдного струму: тригонометричний і символічний.

Визначення синусоїдного струму. Найпростіші засоби отримання синусоїдних напруг і струмів. Діюче, середнє значення синусоїдних величин. Синусоїдний струм резистивного, індуктивного і ємнісного елементів. Тригонометричний метод розрахунку кіл синусоїдного струму. Активна, реактивна, повна потужності. Основи комплексного (символічного) методу розрахунку. Залежності між опором та провідністю ділянки кола. Закони Ома і Кірхгофа для кіл синусоїдного струму у комплексній формі. Векторні і топографічні діаграми. Вирази потужності в комплексній формі. Баланс потужностей. Умови передачі максимальної потужності, узгодження навантаження. Падіння і втрата напруги в лінії.

**Тема 1.2.2.** Резонанс в колах синусоїдного струму (резонанс напруг, резонанс струмів).

Резонанс при послідовному і паралельному з'єднанні елементів кола. Коливання енергії під час резонансу. Характеристичний опір, хвильова провідність. Добротність контуру. Частотні характеристики і фазочастотні характеристики. Поняття про резонанс у складних колах. Практичне застосування резонансу.

**Тема 1.2.3.** Аналіз процесів у колах зі взаємною індуктивністю.

Індуктивно зв'язані елементи кола. Поняття взаємної індуктивності. Розрахунок кіл зі взаємною індуктивністю. Визначення взаємної індуктивності дослідом. Розв'язання магнітно зв'язаних кіл. Трансформатор, схема заміщення, внесений опір. Рівняння трансформатора.

#### **Тема 1.2.4. Чотириполюсники.**

Визначення і класифікація. Основні рівняння чотириполюсника (А-форма). Коефіцієнти чотириполюсника, зв'язок між коефіцієнтами. Способи визначення коефіцієнтів чотириполюсника. Характеристичний опір чотириполюсника. Постійна передачі. Схеми заміщення пасивного чотириполюсника. Годографи (кругові й лінійні діаграми). Кругова діаграма для двох послідовно з'єднаних опорів.

#### **Тема 1.2.5. Трифазні кола.**

Основні поняття та визначення. Переваги трифазних кіл. Основні схеми з'єднання трифазних кіл та співвідношення між лінійними і фазними величинами. Розрахунок симетричних та несиметричних режимів трифазних кіл для різних схем («зірка-зірка», «зірка-трикутник»). Активна, реактивна, повна потужності в трифазних колах. Вимір потужності. Оператор трифазної системи і його основні властивості. Розкладання несиметричної трифазної системи ЕРС на симетричні складові. 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 2.1.** Властивості й методи розрахунку електричних кіл з періодичними негармонійними напругами та струмами.

#### **Тема 2.1.1. Аналіз кіл з несинусоїдними струмами та напругами.**

Визначення періодичних несинусоїдних струмів і напруг. Зображення несинусоїдних струмів і напруг за допомогою рядів Фур'є. Деякі властивості періодичних кривих, що мають симетрію. Розкладання в ряд Фур'є кривих геометрично правильної та неправильної форми. Особливості розрахунку кіл з несинусоїдними струмами. Діючі й середні значення несинусоїдних струмів та напруг. Коефіцієнти, що характеризують форму несинусоїдної періодичної кривої. Активна, реактивна, повна та потужність викривлення. Еквівалентні синусоїди.

#### **Тема 2.1.2. Несинусоїдні струми у трифазних колах.**

Вищі гармоніки в трифазних колах. Особливості роботи трифазних систем, що викликані гармоніками, кратними трьом. Розрахунок схеми „зірка-зірка” без нульового проводу. Розрахунок схеми „зірка-зірка” з нульовим проводом.

#### **Тема 2.1.3. Биття і модульовані коливання.**

Несинусоїдні криві з періодичною обвідною: биття. Несинусоїдні криві з періодичною обвідною: модульовані коливання.

**Змістовий модуль 2.2.** Перехідні процеси в лінійних електричних колах і методи їх розрахунку.

#### **Тема 2.2.1. Класичний метод розрахунку перехідних процесів.**

Визначення перехідних процесів. Закони комутації. Незалежні початкові умови. Залежні початкові умови. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. Складан-

ня характеристичного рівняння: методи визначника і вхідного опору. Характер вільного процесу в залежності від коренів характеристичного рівняння. Визначення постійних інтегрування у класичному методі. Аналіз перехідних процесів при увімкненні  $R-L$  та  $R-C$  кола на постійну та синусоїдну напругу. Перехідні процеси у послідовному коливальному контурі. Особливості перехідних процесів при порушенні законів комутації.

**Тема 2.2.2.** Розрахунок перехідних процесів операторним методом.

Перетворення Лапласа, основні положення операторного методу. Зображення постійної, показової, похідної, інтеграла; напруги на ємкості та індуктивності. Закони Ома і Кірхгофа в операторній формі. Формула розкладання. Порядок розрахунку операторним методом.

**Тема 2.2.3.** Розрахунок перехідних процесів за допомогою інтегралу Дюамеля.

Перехідна провідність і перехідна функція по напрузі. Розрахунок перехідних процесів при підключення джерела, напруга чи струм якого змінюється за відомим аналітичним виразом.

**Змістовий модуль 2.3.** Сталі процеси в нелінійних колах і методи їх розрахунку.

**Тема 2.3.1.** Основні властивості і методи розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл при постійних струмах і напругах.

Визначення та основні властивості нелінійних електричних кіл постійного струму. Графоаналітичний метод розрахунку нелінійних електричних кіл постійного струму: при послідовному, при паралельному і змішаному з'єднанні елементів. Розрахунок нелінійного кола з двома вузлами. Статичний та диференціальний опори нелінійних елементів. Заміна нелінійного елементу лінійним опором і ЕРС. Практичне застосування нелінійних елементів постійного струму. Основні поняття та закони магнітних кіл. Формальна аналогія між магнітними й електричними колами. Пряма та зворотна задачі розрахунку нерозгалуженого та розгалуженого магнітного кола при постійному струмі.

**Тема 2.3.2.** Аналіз сталих процесів у колах змінного струму з нелінійними елементами.

Деякі загальні властивості нелінійних елементів при змінному струмі. Апроксимація нелінійних вольт-амперних характеристик графоаналітичним методом трьох ординат та ступеневим поліномом. Одно- й двопівперіодне випрямлення змінного струму. Згладжування пульсацій фільтрами. Ферорезонанс напруги та струму.

### **Індивідуальні завдання:**

- розрахунково-графічна робота (РГР) 1 на тему «Аналіз складного кола постійного струму й розгалуженого кола синусоїдного струму»;
- розрахунково-графічна робота (РГР) 2 на тему «Розрахунок трифазних кіл, що живляться негармонійними джерелами напруги та перехідних процесів у лінійних електричних колах».

### **3. Рекомендована література**

1. Рибалко М. П. Теоретичні основи електротехніки. Лінійні електричні кола: 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: Учебник / Л. А. Бессонов. - М.: Гардарики, 2002. – 640 с.
3. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник / Л. А. Бессонов. - М.: Гардарики, 2001. – 317 с.
4. Основы теории цепей: Учебник для вузов / Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, Н. Н. Нетушил, П. И. Страхов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.
5. Теоретические основы электротехники. 4-е издание, дополненное для самостоятельного изучения курса / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин, В. Л. Чечурин. - Издательство «Питер», 2004.- Т.1 – 463 с. : ил., Т.2 – 576 с. : ил., Т.3 – 377 с. : ил.
6. Воробкевич А. Ю. Збірник задач з теоретичних основ електротехніки, ч.1. :навч. посібник. / А. Ю. Воробкевич, О. І. Шегедін. - К. : «Магнолія плюс», 2004. - 224 с.

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

**5. Засоби діагностики успішності навчання:** 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, наведених в методичних вказівках до самостійного вивчення дисципліни, проведення контрольних робіт (2 контрольні роботи за матеріалом модуля 1; 2 контрольні роботи за матеріалом модуля 2; 1 контрольна робота за матеріалом модуля 3), які забезпечені комплектами контрольних робіт у кількості 30 штук кожний.

### **АНОТАЦІЯ** **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

Метою навчальної дисципліни є опанування фундаментальними поняттями, теорією та методологією сучасної теоретичної електротехніки, засвоєння фундаментальних знань, які є необхідною базою для подальшого вивчення різних електротехнічних дисциплін.

Предметом вивчення дисципліни є вивчення основних законів теорії електричних кіл, теорії електромагнітного поля та оволодіння навичками їх практичного застосування для дослідження і розрахунків сучасних електротехнічних пристроїв.

Дисципліна містить такі змістові модулі:

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.
6. . Кола з розподіленими параметрами. Електростатичне поле. Електричне поле постійного струму.
7. Магнітне поле постійного струму. Магнітне поле змінного струму. Плоскі електромагнітні хвилі. Поверхневий ефект.



## **ABSTRACT (ANNOTATION)**

### **THEORETICAL GROUNDS OF ELECTROTECHNICS**

The purpose of discipline is to master the theory and methodology of modern theoretical electrical engineering, mastering fundamental knowledge, which is a necessary basis for further study of various electrical disciplines.

The object of study is the study of the discipline of the basic laws of the theory of electrical circuits, electromagnetic field theory and mastering the skills of their practical application for research and calculations of modern electrical devices.

Discipline has such content modules:

1. Properties and methods of calculation of linear electric circuits with sources of DC voltage and current;
2. Properties and methods of calculation of linear electric circuits with sources of sinusoidal voltage and current;
3. Properties and methods of calculation of electric circuits with periodic non-harmonic voltages and currents;
4. Transients in linear electric circuits and methods for their calculation;
5. Establish processes in nonlinear circuits and methods for their calculation.
6. Circuits with distributed parameters. Electrostatic field. A DC electric field.
7. Dc magnetic field. AC magnetic field. Plane electromagnetic wave. Surface effect.

## **АННОТАЦИЯ**

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

Целью учебной дисциплины является овладение теорией и методологией современной теоретической электротехники, усвоение фундаментальных знаний, которые являются необходимой базой для последующего изучения различных электротехнических дисциплин.

Предметом изучения дисциплины является изучение основных законов теории электрических цепей, теории электромагнитного поля и овладение навыками их практического применения для исследования и расчетов современных электротехнических устройств.

Дисциплина имеет такие модули содержания:

1. Свойства и методы расчета линейных электрических цепей с источниками постоянного напряжения и тока;
2. Свойства и методы расчета линейных электрических цепей с источниками синусоидального напряжения и тока;
3. Свойства и методы расчета электрических цепей с периодическими негармоническими напряжениями и токами;
4. Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их расчета;
5. Установившиеся процессы в нелинейных цепях и методы их расчета.
6. Цепи с распределенными параметрами. Электростатическое поле. Электрическое поле постоянного тока.
7. Магнитное поле постоянного тока. Магнитное поле переменного тока. Плоские электромагнитные волны. Поверхностный эффект.