

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

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

підготовки бакалавр

*напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»
спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»*

(Шифр за ОПП 3.1.1, 3.1.2)

Харків
ХНУМГ
2014 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Харківським національним університетом міського господарства
імені О. М. Бекетова

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доц., к.т.н. Я. Б. Форкун,

доц., к.т.н. М. Л. Глєбова

Обговорено та рекомендовано до видання Вченою радою університету, як тимчасово діюче до затвердження Президією Науково-методичної комісії з напряму підготовки 6.050701 – *«Електротехніка та електротехнології»*.

Протокол № 7 від «26» квітня 2013 року.

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки рівня бакалавр напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології» спеціальності «Електротехнічні системи електро-споживання».

Предметом вивчення у дисципліні 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:

Дисципліни, що передують вивченню даної дисципліни:

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

Дисципліни, вивчення яких спирається на дану дисципліну:

- промислова електроніка;
- перехідні процеси в електроенергетиці;
- електричні машини;
- мікропроцесорна техніка;
- основи метрології та електричних вимірювань;
- основи релейного захисту та автоматизації енергосистем;
- електричні апарати;
- автоматизований електропривід;
- електричні системи та мережі;
- електропостачання та електрозбереження.

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.
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.

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;
- навчити теорії й методології аналізу кіл з розподіленими параметрами.
- навчити теорії електромагнітного поля, у якій розглядаються електромагнітні явища у нерухомих ізотропних середовищах,
- 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, 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, проводити розрахунок кіл з розподіленими параметрами, вміти проводити дослідження і розрахунок електромагнітних полів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться – 576 години / 16 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. Чотиріполюсники.

8.1. Визначення. Класифікація.

8.2. Різні форми запису основних рівнянь чотиріполюсника. Основне рівняння чотиріполюсника (A-форма).

8.3. Коефіцієнти чотиріполюсника, зв'язок між коефіцієнтами.

8.4. Способи визначення коефіцієнтів чотиріполюсника.

8.5. Характеристичні опори чотиріполюсника. Постійна передачі.

8.6. Схеми заміщення пасивного чотиріполюсника.

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 елемента 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.

Модуль 3. Електромагнітне поле.

Змістовий модуль 1. Кола з розподіленими параметрами. Електростатичне поле. Електричне поле постійного струму.

Тема 1. Кола з розподіленими параметрами

1.1. Основні визначення. Рівняння однорідної двохпровідної лінії. Усталений режим в однорідній лінії.

1.2. Характеристики однорідної лінії. Рівняння однорідної лінії в гіперболічній формі.

1.3. Вхідний опір лінії. Коефіцієнт відбиття хвилі.

1.4. Узгоджене навантаження лінії. Лінія без спотворень.

1.5. Неробочий хід і коротке замикання лінії з втратами. Лінії без втрат.

1.6. Стоячі хвилі. Застосування ліній без втрат.

Тема 2. Електростатичне поле

2.1. Загальні відомості про електромагнітне поле. Електричне поле нерухомих зарядів (електростатичне поле). Закон Кулона. Напруженість електричного поля.

2.2. Поняття про об'ємний, поверхневий і лінійний заряди. Електричне поле об'ємного заряду. Електричне поле поверхневого заряду.

2.3. Електричне поле лінійного заряду. Лінії вектора напруженості („силові" лінії).

2.4. Потік вектора \vec{E} . Дивергенція вектора \vec{E} . Диференціальний оператор «набла».

2.5. Теорема Остроградського. Теорема Гауса для однорідного середовища.

2.6. Робота сил електричного поля. Потенціал. Зв'язок потенціалу з напруженістю поля.

2.7. Рівняння Пуассона і Лапласа. Поляризація діелектриків.

2.8. Вектор електричної індукції. Теорема Гауса в диференціальній формі для неоднорідного середовища. Теорема Гауса в інтегральній формі для неоднорідного середовища.

2.9. Граничні умови в електростатичному полі. Провідник в електричному полі. Електрична ємність.

2.10. Теорема про єдино можливий розв'язок рівняння Лапласа. Метод дзеркальних зображень. Енергія електричного поля.

Тема 3. Електричне поле постійного струму

3.1. Електричний струм у провідному середовищі. Густина електричного струму.

3.2. Закони Ома і Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Закони Кірхгофа.

3.3. Рівняння Лапласа для електричного поля у провідному середовищі. Граничні умови.

3.4. Аналогія між електричним полем постійного струму і електростатичним полем.

Змістовий модуль 2. Магнітне поле постійного струму. Електромагнітне поле. Плоскі електромагнітні хвилі. Поверхневий ефект.

Тема 4. Магнітне поле постійного струму

4.1. Електричне і магнітне поле як дві сторони єдиного електромагнітного поля.

4.2. Індукція магнітного поля. Закон Біо-Савара. Магнітний потік і його неперервність.

4.3. Сили магнітного поля, які діють на заряд, що рухається. Сили магнітного поля, що діють на провідник зі струмом.

4.4. Ротор векторної величини. Теорема Остроградського-Стокса.

4.5. Вектор-потенціал магнітного поля. Намагнічування середовища. Напруженість магнітного поля.

4.6. Закон повного струму в інтегральній формі.

4.7. Загальні відомості про індуктивність і взаємодуктивність.

4.8. Енергія магнітного поля. Граничні умови в магнітному полі.

Тема 5. Магнітне поле змінного струму

5.1. Визначення змінного електромагнітного поля.

5.2. Струм зсуву. Рівняння неперервності змінного струму.

5.3. Перше рівняння Максвелла. Друге рівняння Максвелла. Повна система рівнянь Максвелла.

5.4. Граничні умови в електромагнітному полі.

5.5. Баланс енергії електромагнітного поля. Вектор Пойтинга. Теорема Умова – Пойтинга.

5.6. Електродинамічні потенціали. Рівняння Даламбера.

5.7. Рівняння Максвелла в комплексній формі запису. Теорема Умова - Пойтинга в комплексній формі.

5.8. Рівняння електромагнітного поля в провідному середовищі.

Тема 6. Плоскі електромагнітні хвилі. Поверхневий ефект

6.1. Плоска електромагнітна хвиля.

6.2. Поширення плоскої електромагнітної хвилі в однорідному провідному півпросторі.

6.3. Глибина проникнення і довжина хвилі.

6.4. Явище поверхневого ефекту. Змінний магнітний потік у плоскому листі.

6.5. Електричний поверхневий ефект у прямокутній шині. Поверхневий ефект у циліндричному провіднику.

6.6. Застосування теореми Умова-Пойтинга для визначення активного і внутрішнього індуктивного опору циліндричного проводу при змінному струмі.

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]: 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.

Інформаційні ресурси

1. <http://www.toehelp.ru/theory/toe/contents.html>.

2. <http://www.electrik.org>

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 і 3 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, 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.

Навчальне видання

Програма
нормативної навчальної дисципліни

«Теоретичні основи електротехніки»

підготовки бакалавр

**напряму 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»
спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»**

Розробники: **ФОРКУН Яна Борисівна,
ГЛЄБОВА Марина Леонідівна**

В авторській редакції

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

План 2013, поз. 156 а

Підп. до друку 11.06.2013 р.
Друк на ризографі
Тираж 1 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 0,5
Зам. № 9371

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4064 від 12.05.2011 р.