

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені О.М. Бекетова

СТАНДАРТ ВИЩОЇ ОСВІТИ



2014 р.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни
підготовки бакалавра
галузі знань 0507 – Електротехніка та електромеханіка
напряму 6.050702 – Електромеханіка
(шифр дисципліни за ОПІ 3.01)

Стандарт чинний з дати затвердження

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

КАФЕДРА теоретичної і загальної електротехніки

РОЗРОБНИКИ: доц., к.т.н. Форкун Я.Б., 

доц., к.т.н. Сабалаева Н.О. 

ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ  (проф. Сосков А.Г.)

“ 02 ” жовтня 2014 р., протокол № 2

Схвалено **випусковою** кафедрою електричного транспорту


Протокол від “ 7 ” жовтня 2014 року № 4

Завідувач випускової кафедри  (проф. Далека В.Х.)

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

Методист НМВ  (Соловйєвич) “ 26 ” 12 2014 р.

Обговорено та рекомендовано до затвердження науково-методичною радою факультету електричного транспорту

Голова науково-методичної ради  (Шпіка М.І.) 13.10. 2014 р.,
протокол № 3

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

© ХНУМГ ім. О.М. Бекетова , 2014 рік
© Форкун Я.Б., Сабалаева Н.О., 2014 рік

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавр напрямку 6.050702 – «Електромеханіка»

Предметом вивчення навчальної дисципліни є електромагнітні явища та їх застосування для вирішення проблем електротехніки, 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	електроніка та мікросхемотехніка
вища математика	основи метрології та електричних вимірювань
електротехнічні матеріали	електричні машини
	мікропроцесорні пристрої транспортних засобів
	теорія електропривода
	електропостачання транспорту
	електричне обладнання рухомого складу
	електричні апарати

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

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.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» є формування у студентів належного рівня знань про методи дослідження та аналізу електричних і магнітних кіл та застосуванні цих знань при виконанні інженерних та виробничих завдань.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

знати:

- основні закони електротехніки та співвідношення 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;

вміти:

- формувати схеми заміщення і топологічні структури електротехнічних об'єктів,
- обчислювати 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;

мати компетентності:

- 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 аналізувати та розраховувати електромагнітні поля різних пристроїв за рахунок набуття потужного математичного апарату та формування наукового кругобігу;
- здатність до розв'язання практичних задач електропостачання промислових підприємств;
- 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 побудування, зв'язок з суміжними дисциплінами, його місце у загальній системі електротехнічної освіти бакалавра.

Електричне коло і його елементи; схема кола і його 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. Застосування законів Кірхгофа для аналізу сталих процесів у колах. Енергетичний баланс у електричних колах та потенціальна діаграма.

Тема 1.1.2. Методи розрахунку електричних кіл постійного струму: методи контурних струмів, вузлових потенціалів, метод еквівалентного генератора.

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 накладання. 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 метод і символічний метод.

Визначення синусоїдного струму. Найпростіші засоби отримання синусоїдних напруг і струмів. Діючі, середні значення синусоїдних величин. Синусоїдний струм резистивного, індуктивного і ємнісного елементів. Тригонометричний метод розрахунку кіл синусоїдного струму. Активна, реактивна, повна потужності. Комплексні величини, що характеризують сталі процеси у колах синусоїдного струму. 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.

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, внесений опір. Рівняння трансформатора.

Тема 1.2.4. Чотиріполюсники.

Визначення. Класифікація. Різні форми запису основних рівнянь чотиріполюсника. Основне рівняння чотиріполюсника (A-форма). Коефіцієнти чотиріполюсника, зв'язок між коефіцієнтами. Способи визначення коефіцієнтів чотиріполюсника. Характеристичні опори чотиріполюсника. Постійна передачі. Схеми заміщення пасивного чотиріполюсника. Рівняння прямої та дуги окружності на комплексній площині. 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. Коефіцієнти, що характеризують форму несинусоїдної періодичної кривої. Діючі й середні значення несинусоїдних струмів та напруг. Величини, на які реагують амперметри та вольтметри при несинусоїдних струмах. 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. Складання характеристичного рівняння для визначення вільних складових струмів і напруг: методи визначника і вхідного опору. Характер вільного процесу в залежності від коренів характеристичного рівняння. Визначення постійних інтегрування у класично-

му методі. Порядок розрахунку класичним методом. Деякі особливості методу. 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. Розрахунок перехідних процесів операторним методом.

Тема 2.2.3. Розрахунок перехідних процесів за допомогою інтеграла Дюамеля.

Перехідна провідність і перехідна функція за напругою. Розрахунок перехідних процесів при підключення джерела, що змінюється за відомим аналітичним виразом (інтеграл Дюамеля).

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 диференційний 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 нелійними елементами.

Деякі загальні властивості нелінійних елементів при змінному струмі. Апроксимація нелінійних вольт-амперних характеристик графоаналітичним методом трьох ординат при розрахунку нелінійних кіл змінного струму. Апроксимація нелінійних вольт-амперних характеристик ступеневим поліномом і методом трьох ординат. Одно- й двопівперіодне випрямлення змінного струму в постійний. Згладжування пульсацій фільтрами. Явище ферорезонансу. 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: залік (модуль 1); екзамен (модуль2).

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.

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.

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.

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.