

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ»

(для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форми навчання,
а також для слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки
6.050701– "Електротехніка та електротехнології" зі спеціальності
"Електротехнічні системи електроспоживання")

Програма навчальної дисципліни та робоча програма навчальної дисципліни «Перехідні процеси в енергетичних системах» (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форми навчання, а також для слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 6.050701– "Електротехніка та електротехнології" зі спеціальності "Електротехнічні системи електроспоживання") / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: М. Ф. Піскурьов, С. В. Швець. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 40 с.

Укладачі: М. Ф. Піскурьов,
С. В. Швець

Рецензент: доц., к.т.н., доц. А. В. Хітров

Рекомендовано кафедрою "Електропостачання міст", протокол засідання № 3 від 24 листопада 2011 р.

© М. Ф. Піскурьов, С. В. Швець, ХНАМГ 2012

ЗМІСТ

| | Стор. |
|--|-------|
| ВСТУП..... | 5 |
| 1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 6 |
| 1.1. Мета, предмет та місце дисципліни..... | 6 |
| 1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни..... | 6 |
| 1.1.2. Предмет вивчення у дисципліні..... | 6 |
| 1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця..... | 6 |
| 1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни..... | 7 |
| 1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги..... | 9 |
| 1.4. Рекомендована навчальна література..... | 11 |
| 1.4.1. Основна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)..... | 11 |
| 1.4.2. Додаткові джерела..... | 11 |
| 1.4.3. Методичне забезпечення..... | 11 |
| 1.5. Анотація програми навчальної дисципліни..... | 12 |
| 2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 13 |
| 2.1. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи..... | 13 |
| 2.2. Зміст дисципліни..... | 13 |
| 2.3. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента (денне навчання)..... | 15 |
| 2.4. Лекційний курс (денне навчання)..... | 16 |
| 2.5. Практичні (семінарські) заняття (денне навчання)..... | 18 |
| 2.6. Лабораторні роботи (денне навчання)..... | 20 |
| 2.7. Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (денне навчання)..... | 20 |
| 2.8. Самостійна навчальна робота студента (денне навчання)..... | 21 |
| 2.9. Засоби контролю та структура залікового кредиту (денне навчання)..... | 21 |
| 2.10. Інформаційно-методичне забезпечення..... | 21 |
| 2.10.1. Рекомендована основна навчальна література..... | 21 |
| 2.10.2. Додаткові джерела..... | 22 |
| 2.10.3. Методичне забезпечення..... | 22 |
| 2.11. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (заочне навчання)..... | 22 |
| 2.12. Зміст дисципліни (заочне навчання)..... | 23 |
| 2.13. Розподіл часу за формами навчальної роботи студента (заочне навчання)..... | 24 |
| 2.14. Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (заочне навчання)..... | 27 |
| 2.15. Самостійна навчальна робота студента (заочне навчання)..... | 27 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.16. | Засоби контролю (заочне навчання)..... | 30 |
| 2.17. | Інформаційно-методичне забезпечення..... | 30 |
| 2.17.1. | Рекомендована основна навчальна література..... | 30 |
| 2.17.2. | Додаткові джерела..... | 31 |
| 2.17.3. | Методичне забезпечення..... | 31 |
| 2.18. | Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (друга вища освіта)..... | 31 |
| 2.19. | Зміст дисципліни (друга вища освіта)..... | 32 |
| 2.20. | Розподіл часу за формами навчальної роботи студента (друга вища освіта)..... | 33 |
| 2.21. | Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (друга вища освіта)..... | 36 |
| 2.22. | Самостійна навчальна робота студента (друга вища освіта)..... | 36 |
| 2.23. | Засоби контролю (друга вища освіта)..... | 38 |
| 2.24. | Інформаційно-методичне забезпечення..... | 39 |
| 2.24.1. | Рекомендована основна навчальна література..... | 39 |
| 2.24.2. | Додаткові джерела..... | 39 |
| 2.24.3. | Методичне забезпечення..... | 39 |

ВСТУП

Програма та робоча програма навчальної дисципліни "Перехідні процеси в енергетичних системах" призначені для студентів 3, 4 курсу денної форми та 4 курсу заочної форми навчання, а також для слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" (0906 "Електротехніка"), спеціальність 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання".

У програмі вказані структура курсу, детальний перелік тем, розподіл часу за темами, система оцінювання знань.

Докладний список літератури, наведений у програмі, дозволить студентам поглиблювати і розширювати здобуті знання, плідно використовувати час, призначений для самостійної роботи.

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу та узгоджена з орієнтовною структурою змісту навчальної дисципліни, рекомендованою Європейською Кредитно-Трансферною Системою (ECTS).

Статус дисципліни: за вибором ХНАМГ.

Загальна кількість: 8,5 кредитів ECTS / годин 306.

Освітньо-кваліфікаційний рівень підготовки: бакалавр.

Програма складена на основі:

СВО ХНАМГ ОКХ підготовки бакалавра спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання", 2007 р.

СВО ХНАМГ ОПП підготовки бакалавра спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання", 2007 р.

СВО ХНАМГ навчальний план підготовки бакалавра спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання", 2010 р.

Програму ухвалено:

Кафедрою електропостачання міст. (протокол № 3 від 24 листопада 2011 р.)

Вченою радою факультету електропостачання та освітлення міст. (протокол № 6 від 17 лютого 2011 р.)

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни.

Метою вивчення дисципліни є формування знань, умінь і практичних навичок з розрахунку параметрів електричних мереж у несталих режимах їх роботи і дослідження стійкості електричних систем при виникненні у них збурень, а також опанування заходів поліпшення стійкості електричних систем і підвищення якості протікання перехідних процесів у них.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

- умови працездатності системи електропостачання при малих та великих збуреннях;

- методи дослідження статичної та динамічної стійкості електричних систем.

вміти:

- розраховувати струми в системі електропостачання в перехідних режимах роботи;

- складати математичні рівняння елементів системи електропостачання та рівняння зв'язку між ними в перехідних режимах роботи;

- оцінювати характер перехідного процесу з використанням частотних характеристик системи.

1.1.2. Предмет вивчення у дисципліні.

Процеси зміни параметрів електричних мереж при виникненні в них перехідних режимів, зумовлених великими та малими збуреннями.

1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

| Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни | Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну |
|--|--|
| Філософія (філософія, релігієзнавство, логіка, етика і естетика) | Релейний захист і автоматика |
| Загальна фізика | Електрична частина станцій та підстанцій |
| Вища математика | Електропостачання міст та промислових підприємств |
| Теоретичні основи електротехніки | |
| Електричні машини | |
| Електричні системи і мережі | |
| Математичні задачі електроенергетики | |
| Теорія автоматичного керування | |

1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни (відповідно до стандартів ОПП)

Модуль 1. Електромагнітні перехідні процеси в енергетичних системах
(4 кредити / 144 год.)

Змістовий модуль (ЗМ) 1.1. Особливості протікання та розрахунків перехідних процесів в електричних системах.

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Основні види й особливості перехідних процесів, характеристика їхнього протікання, причини їх виникнення й наслідки, вплив на роботу електричної системи в цілому й окремих її елементів.

Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів.

Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них. Системи відносних і іменованих одиниць.

ЗМ 1.2. Розрахунок симетричних коротких замикань в електричних системах.

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Сталий режим короткого замикання. Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності та наявності АРЗ.

Несталий режим КЗ. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеної до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу. Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі. Ударний струм КЗ.

Вплив АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ.

Практичні методи розрахунків струмів КЗ. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ.

ЗМ 1.3. Розрахунок несиметричних коротких замикань в електричних системах.

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей.

Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ. Векторні діаграми параметрів режиму мережі при несиметричних КЗ. Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах, та у мережах до 1000 В.

ЗМ 1.4. Розрахунково-графічна робота "Розрахунок електромагнітних перехідних процесів в електричних системах".

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Складання схем заміщення для розрахунку перехідного процесу в електричних мережах.

Розрахунок величини струмів симетричного і несиметричного короткого замикання в зазначеній точці електричної мережі.

Векторні діаграми в розрахункових точках електричної мережі при заданих видах коротких замикань. Епюри напруги в електричній мережі.

Модуль 2. Електромеханічні перехідні процеси в енергетичних системах
(4,5 кредити / 162 год.)

ЗМ 2.1. Критерії кількісної оцінки й методи дослідження статичної стійкості електричної системи.

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Основні причини та наслідки електромеханічних перехідних процесів в енергетичних системах. Основні характеристики режимів енергетичних систем і вимоги до них.

Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі.

Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи. Практичні критерії статичної стійкості.

Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження, спрощений аналіз стійкості енергетичних систем.

ЗМ 2.2. Критерії кількісної оцінки й методи дослідження динамічної стійкості електричної системи.

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Перехідні процеси в енергетичних системах при великих збурюваннях. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях. Метод площ, критерії динамічної стійкості.

Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. Поняття про результуючу динамічну стійкість.

ЗМ 2.3. Заходи щодо поліпшення стійкості й підвищення якості протікання перехідних процесів в електричних системах.

Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях. Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації.

Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. Можливості сучасних засобів дослідження, області їхнього раціонального застосування. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів.

ЗМ 2.4. Курсова робота "Розрахунок стійкості електричної системи".

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Курсова робота присвячена розрахунку електромеханічних перехідних процесів в електричних системах. Метою роботи є формування в студентів навичок практичного розрахунку параметрів режиму електричної системи при виникненні в ній перехідного процесу, а також уміння якісно і кількісно оцінити стійкість роботи електричної системи при виникненні в ній великих чи малих за величиною обурюючих впливів.

З цією метою в курсовій роботі студенти відповідно до індивідуального завдання повинні:

- для заданої електричної системи кількісно розрахувати параметри еквівалентної схеми заміщення;
- визначити межі переданої потужності передачі, оцінити вплив навантаження й АРЗ на цей параметр;
- проаналізувати динамічну стійкість електричної системи методом площ;
- проаналізувати динамічну стійкість електричної системи методом чисельного інтегрування з обліком дії релейного захисту і пристроїв протиаварійної автоматики.

1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

| Вміння та знання (за рівнями сформованості) | Сфери діяльності (виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова) | Функції діяльності у виробничій сфері (проектувальна, організаційна, управлінська, виконавська, технічна, інші) |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Знати: | | |
| – причини виникнення електромагнітних перехідних процесів та їх фізичну природу, як впливають координати перехідних процесів на роботу електроенергетичної системи; | Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – основу теорії електромагнітних перехідних процесів; | Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – математичні моделі основних силових елементів енергосистеми; | Виробнича, соціально-виробнича | Проектувальна, управлінська |
| – методи розрахунку електромагнітних перехідних процесів; | Виробнича, соціально-виробнича | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – особливості протікання електромагнітних перехідних процесів в синхронних генераторах, трансформаторах, довгих лініях, передачах постійного струму та в інших елементах енергосистеми та методи їх аналізу із застосуванням сучасного математичного апарату; | Виробнича, соціально-виробнича | Проектувальна, управлінська та технічна |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| – методи та алгоритми розрахунку струмів короткого замикання в розгалужених високовольтних мережах, в розподільних мережах та системах електропостачання; алгоритми розрахунку у фазових та симетричних координатах несиметричних коротких замикань та складних видів пошкоджень; | Виробнича, соціально-виробнича | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – статичні та динамічні характеристики і критерії стійкості електромеханічного обладнання в нормальному, динамічному, аварійному та післяаварійному режимах. | Виробнича, соціально-виробнича | Проектувальна, управлінська та технічна |
| Вміти: | | |
| – складати схеми заміщення електричних мереж та розраховувати параметри схем заміщення їх елементів (ліній електропередачі, трансформаторів, автотрансформаторів, реакторів, навантаження, генераторів); | Виробнича | Проектувальна, технічна |
| – визначати параметри елементів схеми; | Виробнича | Проектувальна, |
| – формувати математичні моделі елементів енергосистеми та будувати на їх основі відповідні схеми заміщення у фазових та симетричних координатах; | Виробнича, соціально-виробнича | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – вибирати методи розрахунку, адекватні поставленій задачі; | Виробнича, соціально-виробнича | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – розраховувати електромагнітні перехідні процеси, передусім струми короткого замикання, з використанням ЕОМ; | Виробнича | Проектувальна, технічна |
| – враховувати під час розрахунку складні взаємоіндуктивні зв'язки, зміну коефіцієнтів | Виробнича, соціально-виробнича, соціально- | Проектувальна, управлінська та |
| трансформації трансформаторів, пристрої регулювання напруги, кути зсуву між ЕРС генераторів, нелінійні характеристики елементів схеми тощо; | побутова | технічна |
| – аналізувати отримані результати та давати їм відповідну фізичну інтерпретацію; | Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – будувати векторні діаграми, криві спаду струму короткого замикання та епюри напруги; | Виробнича | Проектувальна, технічна |

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| – оцінювати до яких похибок можуть призвести ті чи інші припущення та спрощення; | Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова | Проектувальна, управлінська та технічна |
| – розробляти заходи і вибирати засоби для забезпечення необхідної якості електромеханічного перехідного процесу, стійкої і економічної роботи електромеханічного обладнання. | Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова | Проектувальна, управлінська та технічна |

1.4. Рекомендована навчальна література

1.4.1. Основна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)

1. Черемісін М.М. Перехідні процеси в системах електропостачання. - Харків: Факт, 2005. - 176 с.
2. Г. Г. Півняк, В. М. Винославський, А. Я. Рибалко, Л. І. Несен. Перехідні процеси в системах електропостачання. Національна гірнича академія України, 2003. - 597 с.
3. С. А. Ульянов. Электромагнитные переходные процессы. - М.: Энергия, 1970. - 520с.
3. С. А. Ульянов. Сборник задач по электромагнитным переходным процессам. - М.: Энергия, 1968. - 356 с.

1.4.2. Додаткові джерела

1. В. А. Веников. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. - М.: Высш. школа, 1985. - 516с.
2. В. Н. Винославский. Переходные процессы в системах электроснабжения. - М.: Высш. школа, 1989. - 422 с.

1.4.3. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 "Електротехніка та електротехнології") Укл.: Блощенко Т.В., Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Натарова І.Г., Піскульов М.Ф., Сердюкова Г.М. - Харків: ХНАМГ. - 2007. - 51 с.
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальностей 6.090603 – "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 – "Електротехніка та електротехнології"). Укл.: Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Сердюкова Г.М., Піскульов М.Ф., Т.В. Блощенко. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 52 с.

1.5. Анотація програми навчальної дисципліни

У курсі вивчаються особливості протікання нестационарних електромагнітних та електромеханічних процесів в енергетичних системах. Вивчаються методи розрахунків перехідних режимів в електричних мережах. Розглянуто особливості симетричних і несиметричних коротких замикань в електричних мереж. Вивчаються критерії та методи розрахунку статичної та динамічної стійкості електричних систем.

В курсе изучаются особенности протекания нестационарных электромагнитных и электромеханических процессов в энергетических системах. Изучаются методы расчета переходных режимов в электрических сетях. Рассмотрены особенности симметричных и несимметричных коротких замыканий в электрических сетях. Изучаются критерии и методы расчета статической и динамической устойчивости электрических систем.

The Particularities connecting electromagnetic and electromechanic processes in energy system are studied in course. The Methods of the calculation connecting mode in electric set are studied. The Particularities symmetrical and asymmetrical short circuits in electric set are considered. The Criteria and methods of the calculation steady-state and dynamic stability of the electric systems are studied.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи

| Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура) | Всього, кредит/годин | Семестр(и) | Години | | | | | | | | Екзамен (семестр) | Заліки (семестр) |
|---|----------------------|------------|-----------|--------------|----------------------|-------------|-------------------|---------------|-------|-----|-------------------|------------------|
| | | | Аудиторні | У тому числі | | | Самостійна робота | У тому числі | | | | |
| | | | | Лекції | Практичні (семінари) | Лабораторні | | Контр. робота | КП/КР | РГР | | |
| 6.050701 ЕСЕ | 8,5/306 | 6,7 | 112 | 56 | 42 | 14 | 194 | - | 36 | 18 | 6 | 7 |

2.2. Зміст дисципліни

Модуль 1. Електромагнітні перехідні процеси в енергетичних системах
(4 кредити / 144 год.)

Змістові модулі (ЗМ):

ЗМ 1.1. Особливості протікання та розрахунків перехідних процесів в електричних системах.
(1 / 36)

Навчальні елементи:

1. Основні види й особливості перехідних процесів в енергетичних системах.

2. Характеристика протікання перехідних процесів в енергетичних системах, причини їх виникнення й наслідки.

3. Вплив перехідних процесів на роботу енергетичних систем в цілому й окремих її елементів.

4. Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів.

5. Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них.

6. Системи відносних і іменованих одиниць.

ЗМ 1.2. Розрахунок симетричних коротких замикань в електричних системах.
(1,5 / 54)

Навчальні елементи:

1. Сталій режим короткого замикання. Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності та наявності АРЗ.

2. Несталій режим КЗ Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеного до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу.

3. Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі.

4. Ударний струм КЗ.

5. Вплив АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ.

6. Практичні методи розрахунків струмів КЗ.

7. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ.

ЗМ 1.3. Розрахунок несиметричних коротких замикань в електричних системах. (1 / 36)

Навчальні елементи:

1. Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи.

2. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей.

3. Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж.

4. Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ. Векторні діаграми параметрів режиму мережі при несиметричних КЗ.

5. Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах, та у мережах до 1000 В.

ЗМ 1.4. Розрахунково-графічна робота "Розрахунок електромагнітних перехідних процесів в електричних системах" (0,5 / 18)

Навчальні елементи:

1. Складання схем заміщення для розрахунку перехідного процесу в електричних мережах.

2. Розрахунок величини струмів симетричного короткого замикання в зазначеній точці електричної мережі.

3. Розрахунок величини струмів несиметричного короткого замикання в зазначеній точці електричної мережі.

4. Векторні діаграми в розрахункових точках електричної мережі при заданих видах коротких замикань.

5. Епюри напруги в електричній мережі.

Модуль 2. Електромеханічні перехідні процеси в енергетичних системах (4,5 кредити / 162 год.)

ЗМ 2.1. Критерії кількісної оцінки й методи дослідження статичної стійкості електричної системи (1,5 / 54)

Навчальні елементи:

1. Основні причини та наслідки електромеханічних перехідних процесів в енергетичних системах. Основні характеристики режимів енергетичних систем і вимоги до них.

2. Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі.

3. Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи.

4. Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи.

5. Практичні критерії статичної стійкості.

6. Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження, спрощений аналіз стійкості енергетичних систем.

ЗМ 2.2. Критерії кількісної оцінки й методи дослідження динамічної стійкості електричної системи (1 / 36)

Навчальні елементи:

1. Перехідні процеси в енергетичних системах при великих збурюваннях. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях.
2. Метод площ, критерії динамічної стійкості.
3. Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем.
4. Результуюча динамічна стійкість.

ЗМ 2.3. Заходи щодо поліпшення стійкості й підвищення якості протікання перехідних процесів в електричних системах (1 / 36)

Навчальні елементи:

1. Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях в енергетичних системах.
2. Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації.
3. Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів.
4. Можливості сучасних засобів дослідження стійкості електричних систем. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів.

ЗМ 2.4. Курсова робота "Розрахунок стійкості електричної системи"

(1 / 36)

Навчальні елементи:

1. Складання схеми заміщення електричної системи, розрахунок її параметрів, складання еквівалентної схеми заміщення;
2. Визначення межі переданої потужності передачі, оцінка впливу навантаження й АРЗ на цей параметр;
3. Аналіз динамічної стійкості електричної системи методом площ;
4. Аналіз динамічної стійкості електричної системи методом чисельного інтегрування з обліком дії релейного захисту і пристроїв противарійної автоматики.

2.3. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента (денне навчання)

| Модулі (семестри) та змістові модулі | Всього, Кредит/годин | Форми навчальної роботи | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-----------|----------|----------|
| | | Лекц. | Сем., Пр. | Лаб. | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Модуль 1 | 4/144 | 28 | 14 | 14 | 88 |
| ЗМ 1.1 | 1/36 | 8 | 3 | 4 | 21 |
| ЗМ 1.2 | 1,5/54 | 12 | 7 | 6 | 29 |
| ЗМ 1.3 | 1/36 | 8 | 4 | 4 | 20 |
| ЗМ 1.4 | 0,5/18 | | | | 18 |
| Модуль 2 | 4,5/162 | 28 | 28 | | 106 |
| ЗМ 2.1 | 1,5/54 | 12 | 12 | | 30 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| ЗМ 2.2 | 1/36 | 8 | 8 | | 20 |
| ЗМ 2.3 | 1/36 | 8 | 8 | | 20 |
| ЗМ 2.4 | 1/36 | | | | 36 |
| ВСЬОГО | 8,5/306 | 56 | 42 | 14 | 194 |

2.4. Лекційний курс (денне навчання)

| Зміст | Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура) |
|--|--|
| | ЕСЕ |
| 1 | 2 |
| <u>Лекція 1.</u> Основні види й особливості перехідних процесів в енергетичних системах. Характеристика протікання перехідних процесів в енергетичних системах, причини їх виникнення й наслідки. | 2 |
| <u>Лекція 2.</u> Вплив перехідних процесів на роботу енергетичних систем в цілому й окремих її елементів. Основні допущення при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів. | 2 |
| <u>Лекція 3.</u> Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів. | 2 |
| <u>Лекція 4.</u> Системи відносних і іменованих одиниць. | 2 |
| За ЗМ 1.1 | 8 |
| <u>Лекція 5.</u> Сталий режим короткого замикання. | 2 |
| <u>Лекція 6.</u> Несталий режим КЗ. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу. | 2 |
| <u>Лекція 7.</u> Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі. Розрахунок трифазних КЗ. | 2 |
| <u>Лекція 8.</u> Ударний струм КЗ. Вплив АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ. | 2 |
| <u>Лекція 9.</u> Практичні методи розрахунків струмів КЗ. | 2 |
| <u>Лекція 10.</u> Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ. | 2 |

Продовження табл.

| 1 | 2 |
|--|-----------|
| За ЗМ 1.2 | 12 |
| <u>Лекція 11.</u> Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. | 2 |
| <u>Лекція 12.</u> Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей. Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. | 2 |
| <u>Лекція 13.</u> Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ. Векторні діаграми параметрів режиму мережі при несиметричних КЗ. | 2 |
| <u>Лекція 14.</u> Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах, та у мережах до 1000 В. | 2 |
| За ЗМ 1.3 | 8 |
| ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 1 | 28 |
| <u>Лекція 15.</u> Основні причини та наслідки електромеханічних перехідних процесів в енергетичних системах. Основні характеристики режимів енергетичних систем і вимоги до них. | 2 |
| <u>Лекція 16.</u> Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. | 2 |
| <u>Лекція 17.</u> Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. | 2 |
| <u>Лекція 18.</u> Види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи. | 2 |
| <u>Лекція 19.</u> Практичні критерії статичної стійкості. | 2 |
| <u>Лекція 20.</u> Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження, спрощений аналіз стійкості енергетичних систем. | 2 |
| За ЗМ 2.1 | 12 |
| <u>Лекція 21.</u> Перехідні процеси в енергетичних системах при великих збурюваннях. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях. | 2 |
| <u>Лекція 22.</u> Метод площ, критерії динамічної стійкості. | 2 |
| <u>Лекція 23.</u> Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. | 2 |

Продовження табл.

| 1 | 2 |
|--|-----------|
| <u>Лекція 24.</u> Результуюча динамічна стійкість. | 2 |
| За ЗМ 2.2 | 8 |
| <u>Лекція 25.</u> Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях в енергетичних системах. | 2 |
| <u>Лекція 26.</u> Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації. | 2 |
| <u>Лекція 27.</u> Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. | 2 |
| <u>Лекція 28.</u> Можливості сучасних засобів дослідження стійкості електричних систем. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів. | 2 |
| За ЗМ 2.3 | 8 |
| ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 2 | 28 |
| ВСЬОГО | 56 |

2.5. Практичні (семінарські) заняття (денне навчання)

| Зміст | Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура) |
|---|---|
| | ЕСЕ |
| 1 | 2 |
| <u>Тема 1.</u> Складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів. | 2 |
| <u>Тема 2.</u> Розрахунок параметрів елементів схем заміщення електричних систем. | 1 |
| За ЗМ 1.1 | 3 |
| <u>Тема 3.</u> Розрахунок постійних часу, струму КЗ і його складових у будь-який час. | 2 |
| <u>Тема 4.</u> Розрахунок трифазних КЗ аналітичним методом. | 2 |
| <u>Тема 5.</u> Розрахунок ударного струму КЗ та аперіодичної складової струму КЗ. | 1 |
| <u>Тема 6.</u> Практичні методи розрахунків струмів КЗ. | 2 |
| За ЗМ 1.2 | 7 |
| <u>Тема 7.</u> Складання схем заміщення всіх послідовностей та комплексних схем заміщення електричних мереж. | 2 |

Продовження табл.

| 1 | 2 |
|--|-----------|
| Тема 8. Практичні методи розрахунку несиметричних КЗ. Векторні діаграми параметрів режиму мережі при несиметричних КЗ. Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах, та у мережах до 1000 В. | 2 |
| За ЗМ 1.3 | 4 |
| ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 1 | 14 |
| Тема 9. Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. | 2 |
| Тема 10. Побудова кутових характеристик потужності електропередачі. | 2 |
| Тема 11. Визначення межі переданої потужності передачі і впливу навантаження й АРЗ на цей параметр. | 2 |
| Тема 12. Дослідження статичної стійкості електричної системи. | 2 |
| Тема 13. Розрахунок критеріїв статичної стійкості. | 2 |
| Тема 14. Розрахунок коефіцієнтів запасу статичної стійкості. | 2 |
| За ЗМ 2.1 | 12 |
| Тема 15. Розрахунок критеріїв динамічної стійкості. | 2 |
| Тема 16. Метод площ. | 2 |
| Тема 17. Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. | 2 |
| Тема 18. Розрахунок результуючої динамічної стійкості. | 2 |
| За ЗМ 2.2 | 8 |
| Тема 19. Аналіз протікання процесів у часі при великих збурюваннях в енергетичних системах. | 2 |
| Тема 20. Аналіз протікання процесів у часі при малих збурюваннях в енергетичних системах. | 2 |
| Тема 21. Сучасні засоби дослідження стійкості електричних систем. | 2 |
| Тема 22. Математичне моделювання перехідних процесів. | 2 |
| За ЗМ 2.3 | 8 |
| ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 2 | 28 |
| ВСЬОГО | 42 |

2.6. Лабораторні роботи (денне навчання)

| Зміст | Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура) |
|---|--|
| | ЕСЕ |
| <u>Робота 1.</u> Дослідження особливостей протікання перехідних процесів в енергетичних системах. | 2 |
| <u>Робота 2.</u> Визначення параметрів режиму при симетричних КЗ в мережі. | 2 |
| За ЗМ 1.1 | 4 |
| <u>Робота 3.</u> Векторні діаграми параметрів режиму мережі при симетричних КЗ. | 2 |
| <u>Робота 4.</u> Дослідження зміни в часі струму КЗ і його складових при симетричних КЗ. | 2 |
| <u>Робота 5.</u> Дослідження впливу АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ. | 2 |
| За ЗМ 1.2 | 6 |
| <u>Робота 6.</u> Складання комплексних схем заміщення електричних мереж. | 2 |
| <u>Робота 7.</u> Дослідження зміни в часі струму КЗ і його складових при несиметричних КЗ. | 2 |
| За ЗМ 1.3 | 4 |
| ВСЬОГО | 14 |

2.7. Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (денне навчання)

На виконання розрахунково-графічної роботи на тему "Розрахунок електромагнітних перехідних процесів в електричних системах" передбачено обсяг 0,5 кредиту / 18 годин. Зміст розрахунково-графічної роботи полягає у розрахунку величин струмів симетричного та несиметричного КЗ в зазначеній точці електричної мережі, використовуючи аналітичний та практичний метод, побудові векторних діаграм та епюр напруги в розрахункових точках електричної мережі при заданих видах коротких замикань.

На виконання курсової роботи на тему "Розрахунок стійкості електричної системи" передбачено обсяг 1 кредит / 36 годин. Зміст курсової роботи полягає у визначенні межі переданої потужності електропередачі, оцінці впливу навантаження й АРЗ на цей параметр, у аналізі динамічної стійкості електричної системи методом площ, аналізі динамічної стійкості електричної системи методом чисельного інтегрування з обліком дії релейного захисту і пристроїв протиаварійної автоматики.

2.8. Самостійна навчальна робота студента (денне навчання)

| № з/п | Форми самостійної роботи | Обсяг у годинах |
|-------|---|-----------------|
| 1. | Індивідуальна | 35 |
| 2. | Вивчення навчальної літератури | 42 |
| 3. | Вирішення задач | 28 |
| 4. | Складання конспектів | 24 |
| 5. | Виконання розрахунково-графічної роботи | 18 |
| 6. | Виконання курсової роботи | 36 |
| 7. | Проведення самоконтролю | 11 |
| | Всього | 194 |

2.9 Засоби контролю та структура залікового кредиту (денне навчання)

| Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні завдання тощо) | | Розподіл балів, % |
|---|--------------------------------------|-------------------|
| МОДУЛЬ 1. Поточний контроль зі змістових модулів | | |
| ЗМ 1.1. | Реферат | 10 |
| ЗМ 1.2. | Співбесіда | 15 |
| ЗМ 1.3. | Співбесіда | 15 |
| ЗМ 1.4. | Захист розрахунково-графічної роботи | 20 |
| Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 1 (екзамен) | | 40 |
| Всього за модулем 1 | | 100 |
| МОДУЛЬ 2. Поточний контроль зі змістових модулів | | |
| ЗМ 2.1. | Реферат | 10 |
| ЗМ 2.2. | Співбесіда | 15 |
| ЗМ 2.3. | Співбесіда | 15 |
| ЗМ 2.4. | Захист курсової роботи | 20 |
| Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 2 (диф. залік) | | 40 |
| Всього за модулем 2 | | 100 |

2.10. Інформаційно-методичне забезпечення

| | Бібліографічні описи, Інтернет адреси | ЗМ, де застосовується |
|--|--|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 2.10.1. Рекомендована основна навчальна література (підручники, навчальні посібники, інші видання) | | |
| 1 | Черемісін М.М. Перехідні процеси в системах електропостачання. - Харків: Факт, 2005. - 176 с. | 1.1-1.4, 2.1-2.4 |
| 2 | Г. Г. Півняк, В. М. Винославський, А. Я. Рибалко, Л. І. Несен. Перехідні процеси в системах електропостачання. Національна гірнична академія України, 2003. - 597 с. | 1.1-1.4, 2.1-2.4 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|------------------|
| 3 | С. А. Ульянов. Электромагнитные переходные процессы. - М.: Энергия, 1970. - 520с. | 1.1-1.4 |
| 4 | С. А. Ульянов. Сборник задач по электромагнитным переходным процессам. - М.: Энергия, 1968. - 356 с. | 1.1-1.4 |
| 2.10.2. Додаткові джерела (довідники, нормативні видання, сайти Інтернет тощо) | | |
| 1 | В. А. Веников. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. - М.: Высш. школа, 1985. - 516с. | 2.1-2.4 |
| 2 | В. Н. Винославский. Переходные процессы в системах электроснабжения. - М.: Высш. школа, 1989. - 422 с. | 1.1-1.3, 2.1-2.3 |
| 2.10.3. Методичне забезпечення (реєстр методичних вказівок, інструкцій до лабораторних робіт, планів семінарських занять, комп'ютерних програм, відео-аудіо-матеріалів, плакатів тощо) | | |
| 1 | Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 "Електротехніка та електротехнології"). Укл.: Блощенко Т.В., Довгалоук О.М., Калюжний Д.М., Натарова І.Г., Піскульов М.Ф., Сердюкова Г.М. - Харків: ХНАМГ. - 2007. - 51 с. | 1.1-1.3 |
| 2 | Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальностей 6.090603 – "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 – "Електротехніка та електротехнології"). Укл.: Довгалоук О.М., Калюжний Д.М., Сердюкова Г.М., Піскульов М.Ф., Блощенко Т.В. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 52 с. | 1.1-1.3, 2.1-2.3 |

2.11. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (заочне навчання)

| Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура) | Всього, кредит/годин | Семестр(и) | Години | | | | | | | | | Екзамен (семестр) | Заліки (семестр) |
|---|----------------------|------------|-----------|--------------|----------------------|-------------|-------------------|---------------|-------|-----|---|-------------------|------------------|
| | | | Аудиторні | У тому числі | | | Самостійна робота | У тому числі | | | | | |
| | | | | Лекції | Практичні (семінари) | Лабораторні | | Контр. робота | КП/КР | РГР | | | |
| 6.050701 ЕСЕ | 8,5/306 | 7,8 | 36 | 12 | 14 | 10 | 270 | - | 36 | 18 | 7 | 8 | |

2.12. Зміст дисципліни (заочне навчання)

Тема 1. Основні види й особливості перехідних процесів, характеристика їхнього протікання, причини їх виникнення й наслідки, вплив на роботу електричної системи в цілому й окремих її елементів.

Тема 2. Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів.

Тема 3. Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них. Системи відносних і іменованих одиниць.

Тема 4. Сталий режим короткого замикання. Потоки і потокозчеплення сталого режиму КЗ у синхронному генераторі.

Тема 5. Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності АРЗ. Вплив і облік АРЗ. Поняття про критичний струм і критичну реактивність.

Тема 6. Несталий режим КЗ. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеної до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу.

Тема 7. Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі без демпферних обмоток і АРЗ.

Тема 8. Раптове КЗ у синхронному генераторі з демпферними обмотками і без АРЗ.

Тема 9. Ударний струм КЗ. Миттєве й ефективне його значення, ударний навантажувальний коефіцієнт і його чисельне значення.

Тема 10. Початковий момент раптового КЗ. Розрахунок струму в момент раптового порушення режиму. Перехідні і надперехідні ЕРС і реактивності синхронних генераторів. Векторні діаграми.

Тема 11. Вплив АРЗ на перехідний процес при раповому КЗ.

Тема 12. Практичні методи розрахунків струмів уміня КЗ. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ.

Тема 13. Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей.

Тема 14. Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. Застосування ЕОМ при складанні схем заміщення.

Тема 15. Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ.

Тема 16. Розрахунок несиметрії при подовжній несиметрії.

Тема 17. Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах.

Тема 18. Розрахунки струмів КЗ у мережах до 1000 В.

Тема 19. Електромеханічні перехідні процеси. Мета і задачі, предмет вивчення. Основні характеристики режимів електричних систем і вимоги до них.

Тема 20. Основні характеристики головних елементів найпростішої електричної системи. Характеристики режиму при синхронній швидкості обертання в найпростішій електричній системі.

Тема 21. Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. Регулюючий ефект навантаження. Дійсні характеристики потужності найпростішої електричної системи.

Тема 22. Статичні і динамічні характеристики складних електричних систем. Власні і взаємні опори і їхнє визначення.

Тема 23. Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. Форми запису рівнянь руху у відносній системі одиниць.

Тема 24. Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи.

Тема 25. Практичні критерії статичної стійкості.

Тема 26. Перехідні процеси у вузлах навантаження. Характеристики вузлів навантаження. Стійкість навантаження.

Тема 27. Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження. Спрощений аналіз стійкості електричних систем.

Тема 28. Перехідні процеси при великих збурюваннях і малих змінах швидкості. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях.

Тема 29. Представлення процесів на фазовій площині. Метод площ, критерії динамічної стійкості. Наближені розрахунки відносного руху ротора.

Тема 30. Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. Застосування ЕОМ при розрахунках динамічної стійкості.

Тема 31. Поняття про результируючу динамічній стійкості. Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях.

Тема 32. Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації.

Тема 33. Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. Можливості сучасних засобів дослідження, області їхнього раціонального застосування. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів.

2.13. Розподіл часу за формами навчальної роботи студента (заочне навчання)

| Зміст навчальної дисципліни | Обсяг у годинах | | | |
|--|-----------------|----------|----------|----------|
| | Заочне навчання | | | |
| | Л | П | Лз | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Тема 1. Основні види й особливості перехідних процесів, характеристика їхнього протікання, причини їх виникнення й наслідки, вплив на роботу електричної системи в цілому й окремих її елементів. | | | | 6 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|----|
| Тема 2. Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів. | | | 2 | 8 |
| Тема 3. Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них. Системи відносних і іменованих одиниць. | | 1 | 2 | 10 |
| Тема 4. Сталий режим короткого замикання. Потоки і потокозчеплення сталого режиму КЗ у синхронному генераторі. | 1 | | | 6 |
| Тема 5. Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності АРЗ. Вплив і облік АРЗ. Поняття про критичний струм і критичну реактивність. | | 1 | 2 | 8 |
| Тема 6. Несталий режим КЗ. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеної до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу. | 1 | | | 8 |
| Тема 7. Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі без демпферних обмоток і АРЗ. | | | | 8 |
| Тема 8. Раптове КЗ у синхронному генераторі з демпферними обмотками і без АРЗ. | | | | 8 |
| Тема 9. Ударний струм КЗ. Миттєве й ефективне його значення, ударний навантажувальний коефіцієнт і його чисельне значення. | | 1 | | 6 |
| Тема 10. Початковий момент раптового КЗ. Розрахунок струму в момент раптового порушення режиму. Перехідні і надперехідні ЕРС і реактивності синхронних генераторів. Векторні діаграми. | | | | 10 |
| Тема 11. Вплив АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ. | | | | 6 |
| Тема 12. Практичні методи розрахунків струмів КЗ. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ. | 1 | 1 | | 6 |
| Тема 13. Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей. | | | 2 | 8 |
| Тема 14. Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. Застосування ЕОМ при складанні схем заміщення. | 1 | | | 8 |
| Тема 15. Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ. | 1 | 1 | | 8 |
| Тема 16. Розрахунок несиметрії при подовжній несиметрії. | | | | 8 |
| Тема 17. Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах. | | | 2 | 4 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|----|
| Тема 18. Розрахунки струмів КЗ у мережах до 1000 В. | 1 | 1 | | 4 |
| Тема 19. Електромеханічні перехідні процеси. Мета і задачі, предмет вивчення. Основні характеристики режимів електричних систем і вимоги до них. | 1 | | | 6 |
| Тема 20. Основні характеристики головних елементів найпростішої електричної системи. Характеристики режиму при синхронній швидкості обертання в найпростішій електричній системі. | 1 | 1 | | 6 |
| Тема 21. Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. Регулюючий ефект навантаження. Дійсні характеристики потужності найпростішої електричної системи. | | | 1 | 10 |
| Тема 22. Статичні і динамічні характеристики складних електричних систем. Власні і взаємні опори і їхнє визначення. | 1 | 1 | | 10 |
| Тема 23. Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. Форми запису рівнянь руху у відносній системі одиниць. | | | 1 | 10 |
| Тема 24. Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи. | 1 | | | 10 |
| Тема 25. Практичні критерії статичної стійкості. | 1 | 1 | | 10 |
| Тема 26. Перехідні процеси у вузлах навантаження. Характеристики вузлів навантаження. Стійкість навантаження. | | | | 10 |
| Тема 27. Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження. Спрощений аналіз стійкості електричних систем. | | | 1 | 10 |
| Тема 28. Перехідні процеси при великих збурюваннях і малих змінах швидкості. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях. | 1 | | | 10 |
| Тема 29. Представлення процесів на фазовій площині. Метод площ, критерії динамічної стійкості. Наближені розрахунки відносного руху ротора. | | | 1 | 10 |
| Тема 30. Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. Застосування ЕОМ при розрахунках динамічної стійкості. | | | 1 | 10 |
| Тема 31. Поняття про результуючу динамічній стійкості. Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях. | | | | 12 |
| Тема 32. Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації. | | | | 10 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|
| Тема 33. Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. Можливості сучасних засобів дослідження, області їхнього раціонального застосування. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів. | | | | 6 |
| Усього | 12 | 14 | 10 | 270 |

2.14. Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (заочне навчання)

Навчальним планом підготовки бакалавра напряму 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" (0906 – "Електротехніка") спеціальності 6.090603 – "Електротехнічні системи електроспоживання" передбачено виконання розрахунково-графічної роботи в 7 семестрі та курсової роботи – у 8 семестрі.

На виконання розрахунково-графічної роботи на тему "Розрахунок електромагнітних перехідних процесів в електричних системах" передбачено обсяг 0,5 кредиту / 18 годин. Зміст розрахунково-графічної роботи полягає у розрахунку величин струмів симетричного та несиметричного КЗ в зазначеній точці електричної мережі, використовуючи аналітичний та практичний метод, побудові векторних діаграм та епюр напруги в розрахункових точках електричної мережі при заданих видах коротких замикань.

На виконання курсової роботи на тему "Розрахунок стійкості електричної системи" передбачено обсяг 1 кредит / 36 годин. Зміст курсової роботи полягає у визначенні межі переданої потужності електропередачі, оцінці впливу навантаження й АРЗ на цей параметр, у аналізі динамічної стійкості електричної системи методом площ, аналізі динамічної стійкості електричної системи методом чисельного інтегрування з обліком дії релейного захисту і пристроїв протиаварійної автоматики.

2.15. Самостійна навчальна робота студента (заочне навчання)

Самостійна робота передбачена в обсязі 270 годин і полягає в більш докладному вивченні тем, наведених у таблиці:

| № теми | Зміст теми | Обсяг, години |
|--------|---|-----------------|
| | | Заочне навчання |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Основні види й особливості перехідних процесів, характеристика їхнього протікання, причини їх виникнення й наслідки, вплив на роботу електричної системи в цілому й окремих її елементів. | 6 |
| 2 | Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів. | 8 |

| 1 | 2 | 3 |
|----|--|----|
| 3 | Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них. Системи відносних і іменованих одиниць. | 10 |
| 4 | Сталий режим короткого замикання. Потоки і потокозчеплення сталого режиму КЗ у синхронному генераторі. | 6 |
| 5 | Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності АРЗ. Вплив і облік АРЗ. Поняття про критичний струм і критичну реактивність. | 8 |
| 6 | Несталий режим КЗ. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеної до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу. | 8 |
| 7 | Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі без демпферних обмоток і АРЗ. | 8 |
| 8 | Раптове КЗ у синхронному генераторі з демпферними обмотками і без АРЗ. | 8 |
| 9 | Ударний струм КЗ. Миттєве й ефективне його значення, ударний навантажувальний коефіцієнт і його чисельне значення. | 6 |
| 10 | Початковий момент раптового КЗ. Розрахунок струму в момент раптового порушення режиму. Перехідні і надперехідні ЕРС і реактивності синхронних генераторів. Векторні діаграми. | 10 |
| 11 | Вплив АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ. | 6 |
| 12 | Практичні методи розрахунків струмів КЗ. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ. | 6 |
| 13 | Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей. | 8 |
| 14 | Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. Застосування ЕОМ при складанні схем заміщення. | 8 |
| 15 | Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ. | 8 |
| 16 | Розрахунок несиметрії при подовжній несиметрії. | 8 |
| 17 | Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах. | 4 |
| 18 | Розрахунки струмів КЗ у мережах до 1000 В. | 4 |
| 19 | Електромеханічні перехідні процеси. Мета і задачі, предмет вивчення. Основні характеристики режимів електричних систем і вимоги до них. | 6 |
| 20 | Основні характеристики головних елементів найпростішої електричної системи. Характеристики режиму при синхронній швидкості обертання в найпростішій електричній системі. | 6 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 |
|---------------|--|------------|
| 21 | Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. Регулюючий ефект навантаження. Дійсні характеристики потужності найпростішої електричної системи. | 10 |
| 22 | Статичні і динамічні характеристики складних електричних систем. Власні і взаємні опори і їхнє визначення. | 10 |
| 23 | Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. Форми запису рівнянь руху у відносній системі одиниць. | 10 |
| 24 | Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи. | 10 |
| 25 | Практичні критерії статичної стійкості. | 10 |
| 26 | Перехідні процеси у вузлах навантаження. Характеристики вузлів навантаження. Стійкість навантаження. | 10 |
| 27 | Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження. Спрощений аналіз стійкості електричних систем. | 10 |
| 28 | Перехідні процеси при великих збурюваннях і малих змінах швидкості. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях. | 10 |
| 29 | Представлення процесів на фазовій площині. Метод площ, критерії динамічної стійкості. Наближені розрахунки відносного руху ротора. | 10 |
| 30 | Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. Застосування ЕОМ при розрахунках динамічної стійкості. | 10 |
| 31 | Поняття про результуючу динамічній стійкості. Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях. | 12 |
| 32 | Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації. | 10 |
| 33 | Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. Можливості сучасних засобів дослідження, області їхнього раціонального застосування. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів. | 6 |
| Усього | | 270 |

2.16. Засоби контролю (заочне навчання) (Контрольні роботи, тестування та ін.)

| Види контролю та їх стислий зміст | Обсяг у годинах |
|---|-----------------|
| | Заочне навчання |
| 1. Письмова контрольна робота (розрахунок струмів КЗ аналітичним і практичним методами). | 0,5 |
| 2. Письмова контрольна робота (розрахунок практичних критеріїв статичної і динамічної стійкості). | 0,5 |
| 3. Захист звіту з лабораторної роботи №1 (дослідження на математичній моделі перехідних процесів у найпростіших трифазних нерозгалужених кіл із джерелами нескінченної потужності). | 0,25 |
| 4. Захист звіту з лабораторної роботи №2 (дослідження на математичній моделі перехідних процесів у найпростіших трифазних нерозгалужених ланцюгах, які живляться від генератора обмеженої потужності без регулятора порушення). | 0,25 |
| 5. Захист звіту з лабораторної роботи №3 (дослідження на математичній моделі перехідних процесів в найпростіших трифазних нерозгалужених ланцюгах, що живляться від генератора обмеженої потужності). | 0,25 |
| 6. Захист звіту з лабораторної роботи №4 (метод симетричних складових в розрахунках несиметричних коротких замикань). | 0,25 |
| 7. Захист звіту з лабораторної роботи №5 (порівняння фазних струмів і напруг при різних видах коротких замикань). | 0,25 |
| 8. Захист розрахунково-графічної роботи (розрахунок електромагнітних перехідних процесів в електричних системах). | 0,25 |
| 9. Захист курсової роботи (розрахунок електромеханічних перехідних процесів в електричних системах). | 0,25 |

Засоби і форми підсумкового контролю

| Види контролю та їх стислий зміст | Семестр |
|-----------------------------------|---------|
| 1. Диференційний залік (усний) | 7 |
| 2. Іспит (усний) | 8 |

2.17. Інформаційно-методичне забезпечення

| | Бібліографічні описи, Інтернет адреси | Теми, де застосовується |
|--|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 2.17.1. Рекомендована основна навчальна література (підручники, навчальні посібники, інші видання) | | |
| 1 | Черемісін М.М. Перехідні процеси в системах електропостачання. - Харків: Факт, 2005. - 176 с. | 1-33 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|-------|
| 2 | Г. Г. Півняк, В. М. Винославський, А. Я. Рибалко, Л. І. Несен. Перехідні процеси в системах електропостачання. Національна гірничо-академія України, 2003. - 597 с. | 1-33 |
| 3 | С. А. Ульянов. Электромагнитные переходные процессы. - М.: Энергия, 1970. - 520с. | 1-18 |
| 4 | С. А. Ульянов. Сборник задач по электромагнитным переходным процессам. - М.: Энергия, 1968. - 356 с. | 1-18 |
| 2.17.2. Додаткові джерела (довідники, нормативні видання, сайти Інтернет тощо) | | |
| 1 | В. А. Веников. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. - М.: Высш. школа, 1985. - 516с. | 19-33 |
| 2 | В. Н. Винославский. Переходные процессы в системах электроснабжения. - М.: Высш. школа, 1989. - 422 с. | 1-33 |
| 2.17.3. Методичне забезпечення | | |
| 1 | Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 "Електротехніка та електротехнології"). Укл.: Блощенко Т.В., Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Натарова І.Г., Піскурьов М.Ф., Сердюкова Г.М. - Харків: ХНАМГ. - 2007. - 51 с. | 1-18 |
| 2 | Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальностей 6.090603 – "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 – "Електротехніка та електротехнології"). Укл.: Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Сердюкова Г.М., Піскурьов М.Ф., Блощенко Т.В. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 52 с. | 1-33 |

2.18. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (друга вища освіта)

| Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура) | Всього, кредит/годин | Тримістр(и) | Години | | | | | | | | Екзамен (тримістр) | Заліки (тримістр) |
|---|----------------------|-------------|-----------|--------------|----------------------|-------------|-------------------|---------------|-------|-----|--------------------|-------------------|
| | | | Аудиторні | У тому числі | | | Самостійна робота | У тому числі | | | | |
| | | | | Лекції | Практичні (семінари) | Лабораторні | | Контр. робота | КП/КР | РГР | | |
| 6.090603 ЕСЕ | 5,5/198 | 4,5 | 32 | 18 | 10 | 4 | 166 | - | 36 | 18 | 5 | 4 |

2.19. Зміст дисципліни (друга вища освіта)

Тема 1. Основні види й особливості перехідних процесів, характеристика їхнього протікання, причини їх виникнення й наслідки, вплив на роботу електричної системи в цілому й окремих її елементів.

Тема 2. Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів.

Тема 3. Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них. Системи відносних і іменованих одиниць.

Тема 4. Сталий режим короткого замикання. Потоки і потокозчеплення сталого режиму КЗ у синхронному генераторі.

Тема 5. Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності АРЗ. Вплив і облік АРЗ. Поняття про критичний струм і критичну реактивність.

Тема 6. Несталий режим КЗ. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеної до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу.

Тема 7. Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі без демпферних обмоток і АРЗ.

Тема 8. Раптове КЗ у синхронному генераторі з демпферними обмотками і без АРЗ.

Тема 9. Ударний струм КЗ. Миттєве й ефективне його значення, ударний навантажувальний коефіцієнт і його чисельне значення.

Тема 10. Початковий момент раптового КЗ. Розрахунок струму в момент раптового порушення режиму. Перехідні і надперехідні ЕРС і реактивності синхронних генераторів. Векторні діаграми.

Тема 11. Вплив АРЗ на перехідний процес при раповому КЗ.

Тема 12. Практичні методи розрахунків струмів уміня КЗ. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ.

Тема 13. Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей.

Тема 14. Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. Застосування ЕОМ при складанні схем заміщення.

Тема 15. Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ.

Тема 16. Розрахунок несиметрії при подовжній несиметрії.

Тема 17. Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах.

Тема 18. Розрахунки струмів КЗ у мережах до 1000 В.

Тема 19. Електромеханічні перехідні процеси. Мета і задачі, предмет вивчення. Основні характеристики режимів електричних систем і вимоги до них.

Тема 20. Основні характеристики головних елементів найпростішої електричної системи. Характеристики режиму при синхронній швидкості обертання в найпростішій електричній системі.

Тема 21. Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. Регулюючий ефект навантаження. Дійсні характеристики потужності найпростішої електричної системи.

Тема 22. Статичні і динамічні характеристики складних електричних систем. Власні і взаємні опори і їхнє визначення.

Тема 23. Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. Форми запису рівнянь руху у відносній системі одиниць.

Тема 24. Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи.

Тема 25. Практичні критерії статичної стійкості.

Тема 26. Перехідні процеси у вузлах навантаження. Характеристики вузлів навантаження. Стійкість навантаження.

Тема 27. Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження. Спрощений аналіз стійкості електричних систем.

Тема 28. Перехідні процеси при великих збурюваннях і малих змінах швидкості. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях.

Тема 29. Представлення процесів на фазовій площині. Метод площ, критерії динамічної стійкості. Наближені розрахунки відносного руху ротора.

Тема 30. Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. Застосування ЕОМ при розрахунках динамічної стійкості.

Тема 31. Поняття про результуючу динамічній стійкості. Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях.

Тема 32. Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації.

Тема 33. Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. Можливості сучасних засобів дослідження, області їхнього раціонального застосування. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів.

2.20. Розподіл часу за формами навчальної роботи студента (друга вища освіта)

| Зміст навчальної дисципліни | Обсяг у годинах | | | |
|--|-----------------|---|----|-----|
| | Заочне навчання | | | |
| | Л | П | Лз | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Тема 1. Основні види й особливості перехідних процесів, характеристика їхнього протікання, причини їх виникнення й наслідки, вплив на роботу електричної системи в цілому й окремих її елементів. | 1 | | | 5 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Тема 2. Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів. | | | | 6 |
| Тема 3. Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них. Системи відносних і іменованих одиниць. | | 1 | | 4 |
| Тема 4. Сталий режим короткого замикання. Потоки і потокозчеплення сталого режиму КЗ у синхронному генераторі. | 1 | | | 6 |
| Тема 5. Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності АРЗ. Вплив і облік АРЗ. Поняття про критичний струм і критичну реактивність. | | 1 | 2 | 3 |
| Тема 6. Несталий режим КЗ. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеної до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу. | 1 | | | 8 |
| Тема 7. Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі без демпферних обмоток і АРЗ. | | 1 | | 4 |
| Тема 8. Раптове КЗ у синхронному генераторі з демпферними обмотками і без АРЗ. | | | | 6 |
| Тема 9. Ударний струм КЗ. Миттєве й ефективне його значення, ударний навантажувальний коефіцієнт і його чисельне значення. | 1 | | | 5 |
| Тема 10. Початковий момент раптового КЗ. Розрахунок струму в момент раптового порушення режиму. Перехідні і надперехідні ЕРС і реактивності синхронних генераторів. Векторні діаграми. | 1 | | | 5 |
| Тема 11. Вплив АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ. | 1 | 1 | | 4 |
| Тема 12. Практичні методи розрахунків струмів КЗ. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ. | 1 | | | 5 |
| Тема 13. Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей. | 1 | | 2 | 5 |
| Тема 14. Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. Застосування ЕОМ при складанні схем заміщення. | 1 | | | 6 |
| Тема 15. Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ. | 1 | 1 | | 6 |
| Тема 16. Розрахунок несиметрії при подовжній несиметрії. | | | | 8 |
| Тема 17. Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах. | | | 2 | 5 |
| Тема 18. Розрахунки струмів КЗ у мережах до 1000 В. | 1 | | | 7 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|-----------|-----------|----------|------------|
| Тема 19. Електромеханічні перехідні процеси. Мета і задачі, предмет вивчення. Основні характеристики режимів електричних систем і вимоги до них. | 1 | 1 | | 9 |
| Тема 20. Основні характеристики головних елементів найпростішої електричної системи. Характеристики режиму при синхронній швидкості обертання в найпростішій електричній системі. | 1 | | | 4 |
| Тема 21. Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. Регулюючий ефект навантаження. Дійсні характеристики потужності найпростішої електричної системи. | | | | 5 |
| Тема 22. Статичні і динамічні характеристики складних електричних систем. Власні і взаємні опори і їхнє визначення. | 1 | | 2 | 4 |
| Тема 23. Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. Форми запису рівнянь руху у відносній системі одиниць. | | 1 | | 4 |
| Тема 24. Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи. | 1 | | | 5 |
| Тема 25. Практичні критерії статичної стійкості. | 1 | | | 4 |
| Тема 26. Перехідні процеси у вузлах навантаження. Характеристики вузлів навантаження. Стійкість навантаження. | | | | 4 |
| Тема 27. Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження. Спрощений аналіз стійкості електричних систем. | | 1 | | 4 |
| Тема 28. Перехідні процеси при великих збурюваннях і малих змінах швидкості. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях. | 1 | | | 4 |
| Тема 29. Представлення процесів на фазовій площині. Метод площ, критерії динамічної стійкості. Наближені розрахунки відносного руху ротора. | | 1 | | 5 |
| Тема 30. Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. Застосування ЕОМ при розрахунках динамічної стійкості. | | 1 | | 5 |
| Тема 31. Поняття про результуючу динамічній стійкості. Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях. | | | | 4 |
| Тема 32. Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації. | | | | 3 |
| Тема 33. Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. Можливості сучасних засобів дослідження, області їхнього раціонального застосування. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів. | 1 | | | 4 |
| Усього | 18 | 10 | 4 | 166 |

2.21. Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (друга вища освіта)

Навчальним планом підготовки бакалавра напряму 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" (0906 – "Електротехніка") спеціальності 6.090603 – "Електротехнічні системи електроспоживання" передбачено виконання розрахунково-графічної роботи в 4 триместрі та курсової роботи – у 5 триместрі.

На виконання розрахунково-графічної роботи на тему "Розрахунок електромагнітних перехідних процесів в електричних системах" передбачено обсяг 0,5 кредиту / 18 годин. Зміст розрахунково-графічної роботи полягає у розрахунку величин струмів симетричного та несиметричного КЗ в зазначеній точці електричної мережі, використовуючи аналітичний та практичний метод, побудові векторних діаграм та епюр напруги в розрахункових точках електричної мережі при заданих видах коротких замикань.

На виконання курсової роботи на тему "Розрахунок стійкості електричної системи" передбачено обсяг 1 кредит / 36 годин. Зміст курсової роботи полягає у визначенні межі переданої потужності електропередачі, оцінці впливу навантаження й АРЗ на цей параметр, у аналізі динамічної стійкості електричної системи методом площ, аналізі динамічної стійкості електричної системи методом чисельного інтегрування з обліком дії релейного захисту і пристроїв протиаварійної автоматики.

2.22. Самостійна навчальна робота студента (друга вища освіта)

Самостійна робота передбачена в обсязі 166 годин і полягає в більш докладному вивченні тем, наведених у таблиці:

| № теми | Зміст теми | Обсяг, години |
|--------|--|-----------------|
| | | Заочне навчання |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Основні види й особливості перехідних процесів, характеристика їхнього протікання, причини їх виникнення й наслідки, вплив на роботу електричної системи в цілому й окремих її елементів. | 5 |
| 2 | Основні допущення, прийняті при дослідженнях і в практичних розрахунках перехідних процесів. | 6 |
| 3 | Особливості складання і перетворення схем заміщення електричних систем для розрахунку перехідних процесів у них. Системи відносних і іменованих одиниць. | 4 |
| 4 | Сталий режим короткого замикання. Потоки і потокозчеплення сталого режиму КЗ у синхронному генераторі. | 6 |
| 5 | Розрахунок сталого режиму трифазного КЗ при відсутності АРЗ. Вплив і облік АРЗ. Поняття про критичний струм і критичну реактивність. | 3 |
| 6 | Несталий режим КЗ. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах. Трифазне КЗ у нерозгалуженому ланцюзі підключеної до джерела синусоїдальної напруги. Зміна в часі струму і його складових, постійних часу. | 8 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 |
|----|--|---|
| 7 | Раптове трифазне КЗ у синхронному генераторі без демпферних обмоток і АРЗ. | 4 |
| 8 | Раптове КЗ у синхронному генераторі з демпферними обмотками і без АРЗ. | 6 |
| 9 | Ударний струм КЗ. Миттєве й ефективне його значення, ударний навантажувальний коефіцієнт і його чисельне значення. | 5 |
| 10 | Початковий момент раптового КЗ. Розрахунок струму в момент раптового порушення режиму. Перехідні і надперехідні ЕРС і реактивності синхронних генераторів. Векторні діаграми. | 5 |
| 11 | Вплив АРЗ на перехідний процес при раптовому КЗ. | 4 |
| 12 | Практичні методи розрахунків струмів КЗ. Облік системи необмеженої потужності. Обчислення аперіодичної складової струму КЗ. | 5 |
| 13 | Метод симетричних складових. Утворення вищих гармонік при порушенні симетрії трифазної системи. Основні рівняння при несиметричних КЗ. Складання схем заміщення всіх послідовностей. | 5 |
| 14 | Правило еквівалентності. Комплексні схеми заміщення електричних мереж. Застосування ЕОМ при складанні схем заміщення. | 6 |
| 15 | Застосування практичних методів для розрахунку несиметричних КЗ. | 6 |
| 16 | Розрахунок несиметрії при подовжній несиметрії. | 8 |
| 17 | Розрахунки струмів КЗ у розподільних мережах. | 5 |
| 18 | Розрахунки струмів КЗ у мережах до 1000 В. | 7 |
| 19 | Електромеханічні перехідні процеси. Мета і задачі, предмет вивчення. Основні характеристики режимів електричних систем і вимоги до них. | 9 |
| 20 | Основні характеристики головних елементів найпростішої електричної системи. Характеристики режиму при синхронній швидкості обертання в найпростішій електричній системі. | 4 |
| 21 | Векторні діаграми і співвідношення між параметрами в найпростішій електричній системі. Регулюючий ефект навантаження. Дійсні характеристики потужності найпростішої електричної системи. | 5 |
| 22 | Статичні і динамічні характеристики складних електричних систем. Власні і взаємні опори і їхнє визначення. | 4 |
| 23 | Статична стійкість найпростішої електричної системи. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої електричної системи. Форми запису рівнянь руху у відносній системі одиниць. | 4 |
| 24 | Три види статичної нестійкості найпростішої нерегульованої системи. | 5 |

Продовження табл.

| 1 | 2 | 3 |
|---------------|--|------------|
| 25 | Практичні критерії статичної стійкості. | 4 |
| 26 | Перехідні процеси у вузлах навантаження. Характеристики вузлів навантаження. Стійкість навантаження. | 4 |
| 27 | Статична стійкість складних електричних систем. Методика дослідження. Спрощений аналіз стійкості електричних систем. | 4 |
| 28 | Перехідні процеси при великих збурюваннях і малих змінах швидкості. Поняття про динамічну стійкість. Енергетичні співвідношення при хитаннях. | 4 |
| 29 | Представлення процесів на фазовій площині. Метод площ, критерії динамічної стійкості. Наближені розрахунки відносного руху ротора. | 5 |
| 30 | Метод послідовних інтервалів для найпростіших електричних систем. Застосування ЕОМ при розрахунках динамічної стійкості. | 5 |
| 31 | Поняття про результуючу динамічній стійкості. Аналіз протікання процесів у часі при великих і малих збурюваннях. | 4 |
| 32 | Причини випадання генераторів із синхронізму. Умови успішної і неуспішної ресинхронізації. | 3 |
| 33 | Заходи щодо поліпшення стійкості і якості перехідних процесів електричних систем. Економічні і технічні показники поліпшуваних заходів. Ймовірні закономірності перехідних процесів. Можливості сучасних засобів дослідження, області їхнього раціонального застосування. Фізичне і математичне моделювання перехідних процесів. | 4 |
| Усього | | 166 |

2.23. Засоби контролю (друга вища освіта) (Контрольні роботи, тестування та ін.)

| Види контролю та їх стислий зміст | Обсяг у годинах |
|---|-----------------|
| | Заочне навчання |
| 1 | 2 |
| 1. Письмова контрольна робота (розрахунок струмів КЗ аналітичним і практичним методами). | 0,5 |
| 2. Письмова контрольна робота (розрахунок практичних критеріїв статичної і динамічної стійкості). | 0,5 |
| 3. Захист звіту з лабораторної роботи №1 (дослідження на математичній моделі перехідних процесів у найпростіших трифазних нерозгалужених кіл із джерелами нескінченної потужності). | 0,25 |
| 4. Захист звіту з лабораторної роботи №2 (дослідження на математичній моделі перехідних процесів в найпростіших трифазних нерозгалужених ланцюгах, що живляться від генератора обмеженої потужності). | 0,25 |
| 5. Захист розрахунково-графічної роботи (розрахунок електромагнітних перехідних процесів в електричних системах). | 0,25 |
| 6. Захист курсової роботи (розрахунок електромеханічних перехідних процесів в електричних системах). | 0,25 |

Засоби і форми підсумкового контролю

| Види контролю та їх стислий зміст | Триместр |
|-----------------------------------|----------|
| 1. Залік (усний) | 4 |
| 2. Іспит (усний) | 5 |

2.24. Інформаційно-методичне забезпечення

| | Бібліографічні описи, Інтернет адреси | Теми, де застосовується |
|---|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 2.24.1. Рекомендована основна навчальна література (підручники, навчальні посібники, інші видання) | | |
| 1 | Черемісін М.М. Перехідні процеси в системах електропостачання. - Харків: Факт, 2005. - 176 с. | 1-33 |
| 2 | Г. Г. Півняк, В. М. Винославський, А. Я. Рибалко, Л. І. Несен. Перехідні процеси в системах електропостачання. Національна гірничо-академія України, 2003. - 597 с. | 1-33 |
| 3 | С. А. Ульянов. Электромагнитные переходные процессы. - М.: Энергия, 1970. - 520с. | 1-18 |
| 4 | С. А. Ульянов. Сборник задач по электромагнитным переходным процессам. - М.: Энергия, 1968. - 356 с. | 1-18 |
| 2.24.2. Додаткові джерела (довідники, нормативні видання, сайти Інтернет тощо) | | |
| 1 | В. А. Веников. Переходные электро механические процессы в электрических системах. - М.: Высш. школа, 1985. - 516с. | 19-33 |
| 2 | В. Н. Винославский. Переходные процессы в системах электроснабжения. - М.: Высш. школа, 1989. - 422 с. | 1-33 |
| 2.24.3. Методичне забезпечення (реєстр методичних вказівок, інструкцій до лабораторних робіт, планів семінарських занять, комп'ютерних програм, відео-аудіо-матеріалів, плакатів тощо) | | |
| 1 | Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 "Електротехніка та електротехнології"). Укл.: Блощенко Т.В., Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Натарова І.Г., Піскурьов М.Ф., Сердюкова Г.М. - Харків: ХНАМГ. - 2007. - 51 с. | 1-18 |
| 2 | Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Перехідні процеси в енергетичних системах" (для студентів 3, 4 курсів денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальностей 6.090603 – "Електротехнічні системи електроспоживання" та 6.050701 – "Електротехніка та електротехнології"). Укл.: Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Сердюкова Г.М., Піскурьов М.Ф, Блощенко Т.В. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 52 с. | 1-33 |

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Програма навчальної дисципліни та
робоча програма навчальної дисципліни

«Перехідні процеси в енергетичних системах»

(для студентів 3,4 курсів денної та 4 курсу заочної форми навчання, а також для слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 6.050701– "Електротехніка та електротехнології" зі спеціальності "Електротехнічні системи електроспоживання")

Укладачі: **ПІСКУРЬОВ** Михайло Федорович,
ШВЕЦЬ Сергій Вікторович

В авторській редакції

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

План 2011, поз. 273 Р

Підп. до друку 27.03.2012 р.

Друк на ризографі

Тираж 10 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 1,7

Зам. № 8062

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4064 від 12.05.2011 р.