

621.317

T 19

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ іМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА
ІНСТИТУТ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ



В. В. Тарасова,
С. М. Новічонок

ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ



Харків
2020

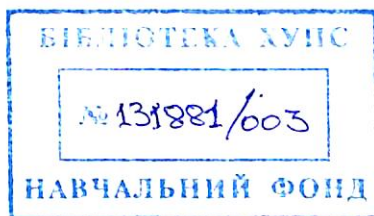
621.317
719

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА
ІНСТИТУТ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

В. В. Тарасова, С. М. Новічонок

ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ

Навчально-методичний посібник



Харків
2020

УДК 621.3.012.5 (075.8)
Т19

*Затверджено до видання вченою
радою Харківського національного
університету Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба
(протокол № 14 від 16.10.2018)*

Рецензенти: Г. С. Залевський, докт. техн. наук, с.н.с. (ХНУПС);
А. І. Файнер, канд. техн. наук, доц. (ХНУПС).

Тарасова В. В.

Т19 **Перехідні процеси в електричних системах : навч.-метод.
посіб. / В. В. Тарасова, С. М. Новічонок. – Х. : ХНУПС, 2020. – 88с.**

Наведені необхідні теоретичні відомості та практичні рекомендації щодо вивчення дисципліни “Перехідні процеси в електричних системах”. Подані загальні вказівки і приклади розрахунків струмів короткого замикання. Розглянуті теоретичні питання як електромагнітних, так і електромеханічних перехідних процесів, практичні методи їхнього розрахунку в системах електропостачання, питання статичної та динамічної стійкості. До кожного розділу посібника наведені методичні вказівки щодо вивчення теоретичного матеріалу і питання для самоконтролю.

Призначено для студентів спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання” та спеціальностей, споріднених з нею.

УДК 621.3.012.5 (075.8)

© Тарасова В. В., Новічонок С. М., 2020
© Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ПЕРЕДМОВА	6
Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	7
1.1. Система електропостачання та режими її роботи	7
1.2. Причини виникнення коротких замикань, замикань на землю та їх наслідки	10
1.3. Призначення розрахунків струмів короткого замикання. Основні припущення.....	10
1.4. Режими роботи систем електропостачання.....	11
1.5. Застосування системи відносних одиниць при розрахунках перехідних процесів	16
Питання для самоконтролю.....	20
Розділ 2. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ	21
2.1. Порядок розрахунку	21
2.2. Складання принципової схеми	21
2.3. Розрахункові умови	22
2.4. Початкові положення до розрахунку струмів.....	23
короткого замикання	23
2.5. Складання розрахункової схеми	24
2.6. Схсма замісння та способи розрахунку	26
параметрів її елементів	26
2.6.1. Точне приведення параметрів в іменованих одиницях виміру	29
2.6.2. Точне приведення параметрів у відносних одиницях виміру ..	30
2.7. Приклад складання схем заміщення для розрахунків струмів короткого замикання	32
2.8. Розрахунок струмів симетричних КЗ за розрахунковими кривими 36	36
2.9. Приклад розрахунку струмів КЗ	38
2.9.1. Складання схеми заміщення для розрахунку трифазного КЗ у точці К1	39
2.9.2. Приведення параметрів елементів схеми до єдиних базисних умов і перетворення схеми заміщення до радіально-променевого вигляду	39
2.9.3. Розрахунок основних параметрів трифазного КЗ у точці К1... 43	43
2.9.4. Складання схеми заміщення для розрахунку трифазного КЗ у точці К2	46

2.10. Визначення струмів несиметричних КЗ за розрахунковими кривими	51
2.10.1. Загальні відомості	51
2.10.2. Методика розрахунку струмів несиметричного КЗ	53
2.10.3. Особливості схем заміщення окремих послідовностей	55
2.11. Приклад розрахунку несиметричного КЗ	58
2.11.1. Складання схеми заміщення прямої послідовності для розрахунку несиметричних КЗ у точці К	59
2.11.2. Складання схеми заміщення зворотної послідовності для розрахунку несиметричних КЗ у точці К	62
2.11.3. Складання схеми заміщення нульової послідовності для розрахунку несиметричних КЗ у точці К	63
2.11.4. Розрахунок додаткових опорів $X_{\Delta}^{(n)}$ і параметра $m^{(n)}$ відповідно до розрахункових даних	64
2.11.5. Розрахунок струмів прямої послідовності для променів із джерелами живлення необмеженої потужності	65
2.11.6. Розрахунок струмів прямої послідовності для променів із джерелами живлення обмеженої потужності	65
2.11.7. Розрахунок остаточних значень параметрів розрахунку несиметричних КЗ для точки К	67
2.12. Обмеження струмів КЗ у системах електропостачання	69
Питання для самоконтролю	72
Розділ 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	73
3.1. Загальна характеристика процесу трифазного короткого замикання в СЕП із джерелом необмеженої потужності	73
3.2. Особливості процесу трифазного короткого замикання в СЕП із джерелом обмеженої потужності	81
3.3. перехідний процес у синхронному генераторі при трифазному короткому замиканні	82
Питання для самоконтролю	85
ЛІТЕРАТУРА	86

ПЕРЕДМОВА

Перехідні процеси відбуваються в системах електропостачання як в умовах нормальної експлуатації, так і в аварійних умовах. При будь-якому перехідному процесі відбувається зміна електромагнітного стану системи й порушення балансу між електромагнітною потужністю і потужністю на валах обертових машин. Це викликає відповідну зміну швидкості обертання роторів машин до певного моменту, що визначається наявністю та функціональними можливостями засобів регулювання і повернення системи до нормального стану.

Таким чином, будь-який перехідний процес характеризується сукупністю електромеханічних та електромагнітних змін у системах, які взаємопов'язані між собою спільністю фізичних явищ. Для спрощення аналізу перехідні процеси в електричних системах розглядаються в курсі, що складається з двох частин: перша з них – електромагнітні перехідні процеси, а друга – електромеханічні перехідні процеси, які вивчають фізичні процеси із позицій системного підходу, вважаючи, що система електропостачання є системою кібернетичного типу.

При вивченні курсу для розуміння фізичних явищ читачу необхідно мати достатньо тверді знання як із попередньо вивчених спеціальних дисциплін, так і з математики та фізики.

При написанні цього посібника автори використовували як матеріали загальновідомих спеціалістів у даній галузі (В. А. Веніков, С. А. Ульянов, Б. М. Неклепаєв), так і досвід викладання курсу “Перехідні процеси в електричних системах” на кафедрі Електротехнічних систем у Харківському національному університеті Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (кандидата технічних наук, доцента М. І. Загороднева, а також кандидата технічних наук, доцента І. А. Корнєєва).

Автори сподіваються, що читач не відкладе посібник при перших труднощах, а переборе їх і отримає знання та навички у галузі перехідних процесів в електричних системах, які повинен мати інженер-електрик.