

ТИМЧУК С.О. ЧЕРЕМІСІН М.М. ЧЕРКАШИНА В.В.

621.311

Т 41

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДОСТОВЕРІЗАЦІЇ
ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ
НА ПРИКЛАДАХ ПРОГНОЗНИХ ЗАДАЧ
В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ**

МОНОГРАФІЯ



**ТИМЧУК С. О.
ЧЕРЕМІСІН М. М.
ЧЕРКАШИНА В. В.**

**ВДОСКОНАЛЕННЯ
МЕТОДІВ ДОСТОВЕРІЗАЦІЇ ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ
НА ПРИКЛАДАХ ПРОГНОЗНИХ ЗАДАЧ
В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ**

Монографія

Харків
«Факт»
2020

УДК 621.311

Т 41

Рекомендовано Вченою радою
Харківського національного технічного університету
сільського господарства ім. Петра Василенка
(протокол № 7 від 21 лютого 2020 р.)

Рецензенти:

Говоров Пилип Парамонович – Віце президент НАН ВО України, доктор технічних наук, професор, професор кафедри систем електропостачання та електроспоживання міст, Національний університет міського господарства ім. О. М. Бекатова;

Тугай Юрій Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач відділом оптимізації систем електропостачання, Інститут електродинаміки НАН України.

Тимчук С. О., Черемісін М. М., Черкашина В. В.

Т41 Вдосконалення методів достовіризації вихідної інформації на прикладах прогнозних задач в електроенергетиці: [для магістрів, аспірантів, науковців] / С. О. Тимчук, М. М. Черемісін, В. В. Черкашина. Харків: «Факт», 2020. 192 с.

ISBN 978-966-637-949-1

В монографії розглянуто питання вдосконалення критеріального методу та методів марківського і нейро - мережевого моделювання, а також методів нечіткого регресійного аналізу. Обґрунтовано, що розвиток представлених методів дозволить покращити достовіризацію вихідної інформації під час розв'язання прогнозних задач в електроенергетиці .

Монографія рекомендована магістрам, аспірантам, науковцям електроенергетичних спеціальностей ЗВО України.

ISBN 978-966-637-949-1

© Тимчук С. О., Черемісін М. М.,
Черкашина В. В., 2020
© ХНТУСГ, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. МЕТОДИ ПРОГНОЗНИХ ОЦІНОК ДОСТОВЕРІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ	8
1.1 Оцінка надійності та якості функціонування автоматизованої системи управління в електроенергетиці.....	8
1.2 Аналіз існуючих підходів прогнозування електроспоживання.....	14
1.3 Корекція неповноти телеінформації засобами оперативного прогнозування електроспоживання.....	17
1.3.1 Оперативний прогноз графіка навантаження в енергосистемі з урахуванням метеофакторів.....	17
1.3.2 Дорозрахунок незалежних параметрів поточного режиму ЕЕС на основі оперативного прогнозу сумарного навантаження.....	22
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ПОШУКУ ТА АНАЛІЗУ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ В ЕНЕРГЕТИЦІ	25
2.1 Принципи побудови математичних моделей і шляхи їх реалізації.....	25
2.2 Критеріальний метод аналізу математичних моделей.....	30
2.3 Стійкість прийнятих рішень.....	46
2.4 Багатокритеріальний аналіз математичних моделей.....	50
РОЗДІЛ 3 МАРКІВСЬКЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТОСОВНО АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ	62
3.1 Загальні положення.....	62
3.2 Марківське моделювання.....	66
3.3 Марківський процес.....	67
3.4 Рішення марківських ланцюгів дискретного часу.....	70
3.5 Рішення марківських ланцюгів безперервного часу.....	71
3.6 Марківські моделі винагороди.....	73
3.7 Напівмарківський процес.....	76

РОЗДІЛ 4. МЕТОД ДОСТОВЕРІЗАЦІЇ ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ШТУЧНОЇ БАГАТОШАРОВОЇ НЕЙРО-ФАЗЗИ МЕРЕЖІ	78
4.1 Короткострокове прогнозування електроспоживання на основі штучної багатошарової нейро-фаззи мережі.....	78
4.1.1 Архітектура прогнозуючої нейро-фаззи мережі.....	79
4.1.2 Навчання прогнозуючої нейро-фаззи мережі.....	86
4.1.3 Чисельний експеримент.....	92
4.2 Гібридна нейро-фаззи мережа для короткострокового прогнозування електроспоживання.....	95
4.2.1 Архітектура гібридної нейро-фаззи мережі.....	95
4.2.2 Навчання прогнозуючої нейро-фаззи мережі.....	101
4.2.3 Чисельний експеримент.....	107

РОЗДІЛ 5. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ	110
5.1 Поняття лінгвістичної змінної.....	110
5.2 Функція належності нечіткої множини.....	113
5.3 Елементи значимої нечіткої арифметики.....	115
5.4 Нечіткий регресійний аналіз.....	120
5.5 Нечіткий регресійний аналіз за критерієм мінімальної нечіткості.....	121
5.6 Нечіткий регресійний аналіз, комбінований з методом найменших квадратів (FLSRA).....	125
5.7 Нечіткий регресійний аналіз інтервальних даних.....	130
5.8 Оцінка значимості нечітких регресійних моделей.....	132

РОЗДІЛ 6. МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕНОГО НЕЧІТКОГО РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ	135
6.1 Удосконалення нечіткого регресійного аналізу.....	135
6.1.1 Розробка критерію якості підбору коефіцієнтів регресії.....	135
6.1.2 Оцінка точності нечітких регресійних моделей.....	139
6.1.3 Алгоритм пошуку коефіцієнтів регресії.....	141

6.2	Методика формування нечіткої прогнозної регресійної моделі електроспоживання.....	143
6.2.1	Загальні положення.....	143
6.2.2	Формування виду прогнозної залежності на добу.....	144
6.2.3	Урахування у прогнозній залежності тижневих і річних циклів.....	148
6.2.4	Формування нечіткої регресійної моделі електроспоживання для короткострокового прогнозу.....	151
6.3	Алгоритм короткострокового прогнозування.....	153
6.4	Програмна реалізація алгоритму короткострокового прогнозу.....	159
6.5	Дослідження розробленої методики короткострокового прогнозування.....	162
6.6	Приклад розробки прогнозної моделі для підприємства.....	172
6.6.1	Формування вихідних даних для побудови довгострокової прогнозної моделі на основі аналізу даних АСКОВЕ.....	172
6.6.2	Розробка прогнозної моделі для річного циклу.....	173
6.6.3	Перевірка прогнозних можливостей знайденої регресійної залежності для короткострокового прогнозу.....	176
	ВИСНОВКИ.....	178
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	181