



Smart-моніторинг ефективності функціонування локальних електроенергетичних систем : монографія / Г.С. Белоха, С.П. Денисюк, Д.Г. Дерев'янко, В.Я. Жуйков. М.Ф. Сопель. О.В. Сподинський. - Одеса : Видавничий дім «Гельветика». 2025. - 280 с
УДК 621.311.1:620.92
ISBN 978-617-554-550-8

В монографії закладено теоретико-методологічні основи створення Smart-моніторингової системи. Здійснено наукове обґрунтування функціонування багаторівневої системи Smart-моніторингу застосування моніторингу із реалізацією як технічної, так і економічної складової. На основі розширеної класифікації складових Smart-моніторингу за функціональною ознакою з поділом на типи, базові та системні процедури, операції систем моніторингу сформовано функціональну структуру Smart-моніторингу ЛЕС в залежності

від області застосування. Показано, що впровадження Smart-моніторингу в ЛЕС має здійснюватися згідно вимог архітектурної моделі інтелектуальних мереж (SGAM), розробленої Національним інститутом стандартів і технологій США (NIST).

Визначено сфери застосування Smart моніторингу. Сформовано узагальнені рівні застосування Smart- моніторингу. Визначено критерії формування множини показників та характеристик Smart-моніторингу , які визначаються головним чином кількістю контрольованих параметрів при здійсненні моніторингу та числом задіяних для цього процедур та операцій ЛЕС конкретного призначення. Розроблено пропозиції щодо побудови оригінальних алгоритмів, структурних схем Smart-моніторингу, забезпечення первісної верифікації результатів при моніторингу виділеного типу електроенергетичних систем.

Надано основні положення нормативно-методичного забезпечення для інтелектуальних приладів обліку (Smart-лічильників та Smart-пристроїв керування) в інформаційні системи енергетичного менеджменту широкого призначення, зокрема щодо підтримка динамічних систем тарифікації, можливості дистанційного керування енергоспоживанням (згідно вимог стандарту IEC TS 62898-3-4)

Рекомендовано до видання Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як монографія (протокол № 6 від 09.06.2025 року) та Вченою радою ІЕД НАН України як монографія (протокол № 5 від 10.04.2025 року)

Рецензенти:

А.Ф. Жаркін – академік, доктор технічних наук, директор Інституту електродинаміки НАН України;

Є.В. Вербицький – доктор технічних наук, завідувач кафедри електронних пристроїв та систем КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. СКЛАДОВІ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ ТА SMART METERING	12
1.1. Складові процесу моніторингу	12
1.2. Інтелектуальні системи обліку при формуванні сучасних енергетичних послуг	18
1.3. Технології Smart Metering.....	28
РОЗДІЛ 2. ЕВОЛЮЦІЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ	40
2.1. Особливості застосування моніторингу залежно від об'єкта дослідження	40
2.2. Оцінка особливостей основних завдань та процедур моніторингу в електроенергетиці	49
2.3. Організація систем WAMS та технології синхрофазора.....	58
2.4. Моніторинг споживання енергетичних ресурсів	65
2.5. Системи моніторингу локальних електроенергетичних систем.....	74
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ БІЗНЕС-МОДЕЛІ ТА СИСТЕМ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ	80
3.1. Світові тенденції впровадження ВДЕ та особливості їх реалізації при відновленні економіки України	80
3.2. Сучасні бізнес-моделі функціонування локальних електроенергетичних систем.....	85
3.3. Децентралізовані електроенергетичні системи.....	92
як складові реалізації концепції Smart Grid	92
3.4. Енергетичний менеджмент у локальних електроенергетичних системах з альтернативними джерелами енергії.....	107
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОНІТОРИНГУ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ.....	121
4.1. Моніторинг та керування у локальних електроенергетичних системах	121
4.2. Особливості моніторингових процедур оцінювання стану об'єктів моніторингу	128
4.3. Формування вимог до Smart-моніторингу локальних електроенергетичних систем.....	135
РОЗДІЛ 5. SMART-МОНІТОРИНГ У ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ.....	142
5.1 Основні положення методології Smart-моніторингу локальних електроенергетичних систем	143
5.2. Платформенний підхід формування структури та процедур Smart-моніторингу	157
5.3. Моніторинг ефективності роботи локальних електроенергетичних систем.....	170
5.4. Динамічна тарифікація електроенергії для системи Smart-моніторингу	176
РОЗДІЛ 6. АЛГОРИТМИ SMART-МОНІТОРИНГУ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ	186
6.1 Узагальнений алгоритм Smart-моніторингу	186
6.2 Алгоритми функціонування підсистем Smart-моніторингу.....	188
6.3. Алгоритм агрегування різнотипних розосереджених енергетичних ресурсів у локальних електроенергетичних системах	197

РОЗДІЛ 7. СКЛАДОВІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА НОРМАТИВНО- МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ SMART-МОНІТОРИНГУ	201
7.1. Інформаційне забезпечення системи Smart-моніторингу.....	201
7.2. Елементи та структура системи Smart-моніторингу для агрегування джерел розосередженої генерації.....	208
7.3. Розробка алгоритмів Smart-моніторингу для агрегаторів ЛЕС	215
7.4. Визначення комплексу складових Smart-моніторингу для агрегаторів ЛЕС	221
7.5. Основні складові нормативно-методичного забезпечення багаторівневого Smart-моніторингу.....	224
РОЗДІЛ 8. ЗАСТОСУВАННЯ SMART-МОНІТОРИНГУ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	230
8.1. Особливості оцінки енергетичних процесів у системах Smart- моніторингу локальних енергосистем	230
8.2. Особливості оцінки енергетичних процесів та формування динамічної тарифікації у системах Smart-моніторингу локальних енергосистем	235
8.3. Особливості оцінки використання динамічної тарифікації	240
8.4. Практичне застосування Smart-моніторингу.....	243
ВИСНОВКИ	250
ЛІТЕРАТУРА.....	254
ДОДАТОК. МОНІТОРИНГОВІ ПРОЦЕДУРИ ТА ОПЕРАЦІЇ	275