

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу **Готовича Володимира Анатолійовича** на тему:
«Математичне моделювання і статистичне оцінювання характеристик штатного режиму електроспоживання організацій»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальний
методи

Актуальність теми дослідження

Актуальність теми дисертації зумовлена залежністю ефективності функціонування організації від коректності функціонування використованого в її електромережі електрообладнання. Наслідками роботи електрообладнання в умовах, які не передбачені при його виготовленні (неформально, в нештатному режимі) є різного роду моральні та матеріальні збитки, які в цілому негативно впливають на результати діяльності організації. Контроль та моніторинг стану електромереж з метою вирішення задач попередження та виявлення нештатного режиму здійснюється за допомогою спеціалізованих автоматизованих інформаційних систем. Дисертацію здобувача Готовича В.А. присвячено розробці нових, вдосконалених математичних моделей, які лежать в основі таких інформаційних систем.

**Ступінь обґрутованості наукових положень, висновків та рекомендацій,
сформульованих у дисертації, їхня достовірність**

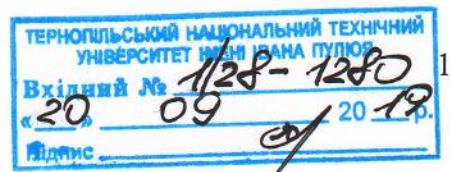
Автором дисертаційної роботи проведено аналіз визначені проблематики, здійснене комплексне теоретичне та практичне обґрутування шляхів її розв'язання. Обґрутованість і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дослідженні, досягаються за рахунок:

- Коректної постановки задач дослідження;
- Адекватного використання досягнень теорії випадкових процесів та математичного моделювання, обчислювальних методів та алгоритмів при розв'язуванні поставлених задач засобами обчислювальної техніки;
- Позитивними результатами апробації отриманих результатів.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження

Отримано такі наукові результати:

- Вперше запропоновано модель процесу електроспоживання топологією електроспоживачів організацій у вигляді багатокомпонентного випадкового процесу з моментами розладу на поточних і тривалих інтервалах часу спостереження, який формується кожною організацією і в якому, на відміну



від відомих моделей, враховано фізично обґрунтовані фактори формування процесу: тренд, періодичність та випадковість.

- Отримав подальший розвиток напрям математичного моделювання електроспоживання організацією на основі результатів вимірювань з використанням статистичних методів декомпозиції і виявлення моментів розладу даних динаміки електроспоживання як часових рядів.

- Вперше обґрунтовано вибір математичної моделі електропостачання електричної напруги в який, на відміну від відомої моделі у вигляді гармонічного коливання із незмінними в часі параметрами, враховано випадковість як появи так і величини спотворення значень цих параметрів.

- На основі обґрунтованої моделі розроблено та апробовано метод комп'ютерного моделювання реалізацій електричної напруги із заданими видами спотворень амплітуди і частоти коливання, необхідний при розв'язанні задачі контролю якості електроенергії.

- Отримав подальший розвиток статистичний метод контролю штатного режиму процесу електроспоживання організації на поточних і тривалих інтервалах спостереження.

Значущість отриманих результатів для науки і практики

Значущість отриманих результатів полягає в розробці математичних моделей і на основі них, програмного забезпечення статистичного опрацювання даних вимірювань процесу електроспоживання організації та моделювання реалізацій електричної напруги. Також розроблено статистичний метод побудови конструктивної моделі процесу електроспоживання на основі даних вимірювань та наведено приклад її застосування. Обґрунтовано і запропоновано для реалізації один із можливих варіантів структури апаратно-програмного комплексу моніторингу штатного режиму процесу електроспоживання організації з використанням типового лічильника електроенергії і відповідного програмного забезпечення. В цілому, розроблене в роботі інформаційне забезпечення представляє собою єдиний комплекс алгоритмів, програм і баз даних для вирішення практичних задач по забезпеченню штатного режиму споживання електроенергії в топології мережі організації.

Дисертаційну роботу виконано в рамках науково-дослідної теми «Класи інформаційних технологій в проектах “Розумне місто”», де особистим внеском здобувача є розробка математичних моделей та програмного забезпечення для вирішення задач забезпечення штатного режиму процесу електроспоживання організації як складової частини інформаційної технології.

Практичне значення результатів роботи підтверджено актами впровадження.

Повнота викладення результатів в опублікованих матеріалах

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 19-ти наукових

працях з них: 8 статей в наукових фахових виданнях (в тому числі: 1 стаття без співавторів, 1 стаття в закордонному виданні, 2 статті в журналах, що включені в міжнародні наукометричні бази (1 – в DOAJ та РИНЦ, 1 – в Index Copernicus)), 11 публікацій в матеріалах науково-технічних та науково-практичних конференцій. В опублікованих працях викладено основні отримані результати. Кількість та рівень публікацій відповідають вимогам, що ставляться на сьогоднішній день до кандидатських дисертацій в Україні.

Структура та зміст дисертації

Дисертацію викладено на 170 сторінках. Робота складається із анотації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури із 149 найменувань та п'ятьох додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету роботи та основні завдання дослідження, викладено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів. Подано інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації на наукових конференціях та семінарах.

В **першому розділі** наведено результати проведено аналітичного огляду публікацій по науковій проблематиці забезпечення штатних характеристик динаміки електроспоживання організацій. Встановлено, що на відміну від рівня регіонів та галузей народного господарства, на рівні окремих організацій задачі контролю та моніторингу процесу електроспоживання та стану електромереж вирішуються не в повній мірі або ж не достатньо ефективно. З метою конкретизації, запропоновано та наведено означення штатного режиму електроспоживання організації, зважаючи на те, що в літературі це поняття не має чіткого означення. В якості штатного режиму процесу електроспоживання пропонується вважати поточне і тривале функціонування всіх об'єктів та підсистем мережі споживачів електроенергії організації у рамках передбачених і прогнозованих умов роботи, за умови забезпечення електроенергією, якість якої відповідає встановленим нормам.

Наведено означення топології споживачів електроенергії та сформульовано перелік характеристик штатного режиму електроспоживання організацій, під якими в роботі розуміються характеристики якості електроенергії, значення яких за умов штатного режиму повинні перебувати у встановлених стандартами межах, та величину сумарного електроспоживання мережі електроспоживачів організації.

В **розділі** задача забезпечення штатного режиму процесу електроспоживання організації розглядається як сукупність взаємопов'язаних задач контролю характеристик якості електроенергії на вході електромережі та контролю величини електроспоживання топології електромережі організації.

В **другому розділі** побудовано та обґрунтовано загальну та конструктивну математичні моделі процесу електроспоживання організації, розроблено на основі сучасних методів декомпозиції і виявлення розладок статистичних

характеристик часових рядів метод побудови конструктивної моделі процесу електроспоживання на основі даних вимірювань.

Загальна модель процесу електроспоживання представляє собою багатокомпонентний випадковий процес, який складається із таких компонент: детермінованого тренд, кусково-періодичний випадковий процес та кусково-стационарний випадковий процес.

Наведений конкретний приклад застосування методу на основі результатів вимірювань процесу електроспоживання конкретної організації на річному інтервалі спостереження. При цьому використано попередньо обґрунтовані методи: “Гусениця-SSA” для виділення компонент моделі процесу електроспоживання та PELT для сегментації часового ряду процесу електроспоживання організації на фрагменти, які відповідають різни режимам роботи топології мережі споживачів організації.

Розроблені моделі та статистичний метод пропонується використати в подальшому як складові елементи інформаційної системи забезпечення штатного режиму процесу електроспоживання організації.

Третій розділ присвячений створенню інформаційного забезпечення моделювання напруги електропостачання з різними значеннями характеристик якості електроенергії. Відповідно до нормативних документів наведено означення поняття якості електроенергії коротко висвітлено основні характеристики якості електроенергії які, в цілому, полягають у відхиленні амплітуди і частоти сигналу електричної напруги від ідеальних значень. На основі застосування теорії випадкових процесів запропоновано нові стохастичні загальну та конструктивну математичні моделі електричної напруги які, на відміну від відомої моделі із незмінними амплітудою та частотою, враховує відхилення амплітуди та частоти сигналу електричної напруги від ідеальних значень. На основі даної моделі та з використанням середовища Simulink програмного пакету MATLAB запропоновано методику моделювання реалізацій електричної напруги із різними відхиленнями амплітуди та частоти, наслідком яких є погіршення якості електроенергії. Наведено зразки використовуваних моделей Simulink та типові результати моделювання. Також запропоновано структуру бази даних для збереження результатів моделювання.

Розроблені в роботі модель та методику пропонується використовувати для відлагодження електровимірювального обладнання в складі інформаційної системи вирішення задач забезпечення штатного режиму процесу електроспоживання організації.

Четвертий розділ присвячено розробці інформаційної системи у вигляді апаратно-програмного комплексу для розв'язання задач забезпечення штатного режиму функціонування топології мережі споживачів електроенергії рівня організації. На основі проведеного аналізу основних вимог до інформаційних систем даного типу, викладених у відповідних нормативних документах, запропоновано загальну структуру комплексу а також основні елементи його інформаційного та апаратного забезпечення.

Апаратно-програмний комплекс моніторингу штатного режиму процесу

електроспоживання організації повинен вирішувати дві взаємопов'язані задачі:

1. Контроль величини електроспоживання топології електромережі;
2. Контроль характеристик якості електроенергії на вході електромережі.

В основі інформаційного забезпечення АПК пропонується використати:

1. Алгоритми (методу “Гусениця-SSA” для декомпозиції реалізації процесу електроспоживання на компоненти, методу PELT для сегментації часового ряду процесу електроспоживання, реалізовані в MATLAB алгоритми статистичної обробки реалізацій, що відповідають окремим сегментам процесу електроспоживання, алгоритми моделювання реалізацій електричної напруги);

2. Бази даних (для збереження результатів вимірювань процесу електроспоживання, значень характеристик якості електроенергії, результатів моделювання електричної напруги).

В якості пристрою вимірювання сумарного електроспоживання топології споживачів організації в складі апаратного забезпечення апаратно-програмного комплексу пропонується використання сучасного електронного лічильника. Наведено підсистему вимірювання електроспоживання на основі лічильника “Енергія – 9”.

Автореферат в загальному відображає основні наукові результати, отримані в роботі, наукову новизну та практичне значення виконаного дослідження.

Дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності з вимогами, що висуваються на сьогоднішній день до кандидатських дисертацій в Україні.

Зауваження до дисертаций:

До зауважень щодо матеріалів дисертації та автореферату, слід віднести наступне:

1. В аналітичному огляді літературних джерел не наведено конкретних результатів, отриманих відомими науковцями по тематиці дослідження.

2. У роботі не наведено порівняльного аналізу запропонованого апаратно-програмного комплексу та відомих інформаційно-вимірювальних систем, що вирішують аналогічні задачі.

3. Відсутність у роботі конкретних кількісних показників, що характеризують запропонований апаратно-програмний комплекс значно ускладнюють оцінку ефективності його роботи.

4. У дисертації наявні незначні граматичні та стилістичні помилки.

Наведені зауваження не зменшують в цілому вагомості результатів дослідження, отриманих в дисертації.

Загальна оцінка роботи і висновки

З урахуванням вищезазначеного можна стверджувати, що дисертаційна робота Готовича В.А. на тему «Математичне моделювання і статистичне оцінювання характеристик штатного режиму електроспоживання організацій» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, спрямовані на вирішення завдання математичного моделювання і статистичного оцінювання характеристик режиму електроспоживання організацій для забезпечення штатного режиму споживання електроенергії в топології мережі організації.

Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, матеріал подано послідовно та логічно. Робота в достатній мірі проілюстрована за допомогою рисунків і таблиць.

Робота виконана здобувачем самостійно. Ознаки академічного плагіату відсутні.

Автореферат дисертації достатньо повно розкриває її зміст.

Опубліковані здобувачем Готовичем В.А. наукові праці за темою дослідження повністю відображають основні положення дисертації.

Дисертаційна робота містить нові науково-обґрунтовані результати, важливі на сучасному етапі розробки інформаційних систем для вирішення задач контролю та моніторингу стану електромереж і відповідає вимогам паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

За актуальністю теми, теоретичною цінністю та практичною значимістю отриманих результатів дисертаційна робота відповідає вимогам, які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема (п. 9, 11, 12 щодо кандидатських дисертацій) “Порядку присудження наукових ступенів” затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013р. №567 (зі змінами), а її автор, Готович Володимир Анатолійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент:

Завідувач відділу теоретичної електротехніки
та діагностики електротехнічного обладнання
Інституту електродинаміки НАН України
доктор технічних наук, професор

М.В. Мислович

17.09.2019 р.



Підпис опонента
Начальник
відділу кандів
Н.В. Мислович

14.09.19р.