

**Голові разової
спеціалізованої вченої ради
Національного університету
«Львівська політехніка»
доктору технічних наук,
доценту Лисій Наталії
Корнелівні**

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» д.т.н., доц. Висоцької Вікторії Анатоліївни на дисертаційну роботу Назаркевич Ганни Ярославівни "Інформаційна технологія адаптивного управління підприємством з використанням слабких сигналів", представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 "Інформаційні технології" зі спеціальності 122 "Комп'ютерні науки"

Актуальність теми. Інформаційні технології на сьогоднішній час знаходяться на черговому етапі своєї трансформації, тому розвиток систем управління підприємствами набуває першорядного значення в усіх сферах суспільної і державної діяльності. Складність управління підприємством тепер визначається кількістю рішень, які потрібно прийняти, даних, які необхідно врахувати, а також часу, що виділяється для цієї задачі. Створення програмних рішень та інформаційних технологій для пришвидшення цього процесу суттєво впливають на конкуретоздатність підприємства. Врахування великих даних, які виникають у процесі розв'язання цієї задачі вимагає використання комплексних підходів до їх збору, обробки та збереження, застосування хмарних сховищ та технологій, використання апаратних рішень. Розробка нових методів для

прогнозування стану підприємства після ухвалення рішення також є важливим елементом розвитку підприємства. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває задача створення інформаційних технологій, що дозволять ухвалювати рішення з врахуванням змін внутрішніх та зовнішніх чинників підприємства.

Розробку системи управління смарт-підприємства доцільно здійснювати на основі відомих підходів для збереження, опрацювання великих даних, алгоритмів аналізу даних, а також компонентно-орієнтованої технології, яка дозволяє на кожному рівні вибрати сучасні методи та засоби для реалізації певних процесів.

Саме тому, актуальним є поставлене в дисертаційній роботі Назаркевич Ганни Ярославівни науково-практичне завдання розроблення та вдосконалення методів, моделей та засобів інформаційної технології адаптивного управління з використанням слабких сигналів для підвищення ефективності управління підприємством.

Ступінь обґрунтованості та достовірності основних наукових положень, висновків і рекомендацій. Основні наукові положення дисертаційної роботи адекватно обґрунтовані та не суперечать методам побудови методів та моделей інформаційної технології адаптивного управління підприємством, проектування інформаційних систем, методам математичної статистики, методам математичного аналізу та моделювання, теорії алгоритмів, принципам об'єктно-орієнтованого програмування та методам машинного навчання і штучного інтелекту.

Наукові результати дисертаційної роботи доповідались на п'яти конференціях. Результати дисертаційної роботи Назаркевич Г.Я. перевірені на практиці, що підтверджено актами впровадження у навчальну роботу НУЛП, у наукову роботу НУЛП та трьома зовнішніми актами впровадження у Львівський завод "Металіст", ТЗОВ "Десниця", "Смарт УА". Нові наукові результати, які отримані автором доповнюють попередньо відомі наукові дослідження за напрямком дисертаційної роботи.

Наукова новизна дисертаційної роботи

вперше розроблено:

- інформаційну технологію адаптивного управління підприємством у реальному часі з використанням слабких сигналів, яка ґрунтується на зібраній інформації про оточуюче середовище, оцінюванні факторів впливу на підприємство, обчисленні узагальненого інтегрального показника впливу на підприємство, методі виявлення слабких сигналів, прогнозуванні стану підприємства та забезпечує високу чутливість до змін в оточуючому середовищі і підвищує ефективність управління підприємством;

- метод виявлення слабких сигналів, який за рахунок порівняння порогової величини з різницею між обчисленим та прогнозованим значеннями узагальненого інтегрального показника впливу на підприємство забезпечує раннє виявлення загроз або можливостей для підприємства;

вдосконалено:

- метод обчислення узагальненого інтегрального показника впливу на підприємство, який за рахунок врахування ієрархічної взаємодії та взаємозалежності всіх груп і факторів впливів на підприємство забезпечує комплексне оцінювання його стану в заданий момент часу;

- метод адаптивного управління підприємством у реальному часі, який за рахунок прогнозування та аналізу можливих наслідків реалізації управлінських рішень забезпечує підвищення ефективності управління підприємством.

Повнота викладу результатів дисертаційної роботи у наукових публікаціях. За результатами досліджень, які викладені у дисертаційній роботі, опубліковано 16 наукових праць, з них 5 статей у наукових фахових виданнях України та одна стаття у науковому періодичному виданні Q1 з імпаکت- фактором та чотири статті Q4 інших держав, що входять до міжнародних науково-метричних баз даних (Scopus, Web of Science); 2 розділи монографії, 4 публікацій у збірниках тез наукових конференцій (зокрема 6 – у наукометричних базах даних Scopus та Web of Science).

Опубліковані праці повною мірою висвітлюють матеріали дисертаційної роботи.

Важливість одержаних результатів для науки і народного господарства та перспективи їх використання

Результати роботи мають практичну цінність. Побудовано адаптивний підхід до управління підприємством на основі нейронних мереж, що дало можливість отримати фінансові оцінки показників підприємства без проведення експертних оцінок.

Побудовано ієрархічну та багаторівневу систему смарт-підприємства, яка складається із взаємозв'язаних смарт-пристроїв, основними компонентами яких є давачі/виконавчі механізми, мікроконтролери, засоби приймання та передачі даних, а також програмне забезпечення, що забезпечує передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку

Також практичну цінність наукових результатів дисертації підтверджено їх впровадженням у Львівський завод “Металіст”, ТЗОВ “Десниця”, “Смарт УА”.. Результати дисертаційної роботи використано при підготовці навчальної дисципліни «Інформаційні технології управління смарт-системами» для аспірантів, що навчаються за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» яка читається на кафедрі автоматизованих систем управління.

Загальна характеристика дисертаційної роботи В дисертаційній роботі розв'язано науково-практичне завдання розроблення нових і вдосконалення існуючих методів, моделей та засобів інформаційної технології адаптивного управління у реальному часі з використанням слабких сигналів для підвищення ефективності управління підприємством.

Дисертаційна робота складається з переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатку. Загальний обсяг роботи складає 157 сторінок друкованого тексту, із них основний зміст

займає 146 сторінки. У роботі представлено 65 рисунків, 2 таблиці та два додатки.

У першому розділі “Аналіз методів, алгоритмів та засобів адаптивного управління смарт-підприємством з використанням слабких сигналів” проаналізовано сучасні технології, які вимагають від підприємств нових рішень, які пов’язані з Інтернет-Things, хмарними технологіями. Це дає змогу автоматизувати багато процесів. Таким чином проектуємо підприємство з забезпеченням збору, збереженням даних та можливістю швидкого аналізу зовнішнього та внутрішнього середовища.

У другому розділі “Методи адаптивного управління смарт-підприємством з використанням слабких сигналів” розроблено системи управління смарт-підприємством, які спрямовані на виявлення слабких сигналів та базуються на визначенні взаємовпливів між підприємством та зовнішнім середовищем. Успішне функціонування підприємства досягається на основі лінійної та логістичної регресії з виділенням адаптивних методів управління. Удосконалено метод аналізу ієрархій, який дає можливість враховувати взаємодію та взаємозалежність зовнішніх і внутрішніх факторів впливу, здійснити їх класифікацію, кількісне оцінювання та визначити домінуючі фактори впливу на підприємство.

У третьому розділі “Система та компоненти адаптивного управління смарт-підприємством” розроблено управління смарт-підприємством з використанням слабких сигналів на основі опрацювання у реальному часі великих обсягів інформації, які безперервно накопичуються шляхом комплексного моніторингу зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства. В основу розроблення смарт-підприємства покладена системна інтеграція, яка ґрунтується на системному підході, який охоплює всі рівні інтеграції процесів, об’єктів, суб’єктів та інфраструктури з врахуванням вимог конкретного застосування.

Розробку САУ смарт-підприємства здійснено на основі компонентно-орієнтованої технології, яка передбачає поділ процесу розробки на ієрархічні

рівні та алгоритмічне, апаратне та програмне забезпечення. Управління за слабкими сигналами будується на спостереженні та своєчасному виявленні слабких сигналів, прийнятті завчасних дій для використання потенційних можливостей, або усунення загроз.

У четвертому розділі “Реалізація програмних засобів системи адаптивного управління смарт-підприємством з використанням слабких сигналів” розроблено програмне забезпечення оцінювання сигналів впливу на смарт-підприємство. Розроблено базу даних системи автоматичного управління смарт-підприємством. Було досліджено dataset, який містив дані по 950 підприємствах. За показниками помилки методи Linear Regression і Random Forest виявилися найточнішими методами з найнижчими значеннями середньої квадратичної помилки (MSE) і середньої абсолютної помилки (MAE). Neural Network також продемонструвала добрі результати, але мала трохи вищі значення помилок порівняно з іншими методами. SVM показав менш точні результати з вищими значеннями помилок і меншою відповідністю даним. Час виконання, Linear Regression став найшвидшим методом, тоді як SVM вимагав найбільше часу для обчислень. Linear Regression і Random Forest показали гарний баланс між точністю і швидкістю. Метод Linear Regression надає просте пояснення через коефіцієнти, які вказують на вплив кожної ознаки на прогнозоване значення. SVM і Random Forest надають менш зрозуміле визначення через свою складну структуру. Neural Network, з одного боку, забезпечує високу точність, але з іншого боку, інтерпретація його результатів може бути складнішою через використання багатьох шарів і внутрішніх зв'язків. Результати прогнозування прибутку можуть сильно залежати від характеристик і якості вхідних даних. Перед використанням методів машинного навчання рекомендується провести попередню обробку даних, включаючи видалення відсутніх значень, нормалізацію або стандартизацію ознак, а також можливе видалення аномальних спостережень.

Додатки містять перелік публікацій та акти впровадження отриманих результатів.

Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи

1. Значна частина першого розділу присвячена поясненню теоретичних аспектів підприємства. На мою думку, доцільніше було проілюструвати основні принципи функціонування підприємства з використанням слабких сигналів, у тих аспектах, у яких автором запропоновані вдосконалення.

2. Що таке смарт-підприємство і як воно відрізняється від підприємства?

3. Для якого виду підприємства ви розробляєте управління? На підприємстві є 5, 10, 100 працівників? Адаптивні стратегії управління будуть різними. Ваше підприємство вітчизняне, з іноземним капіталом?

4. Які фактори впливу ви враховуєте на діяльність підприємства? Який фактор впливу має найбільший результат на прибуток?

5. Чи робилися дослідження функціонування підприємства під час воєнного стану?

6. Який з методів нейронних мереж показав найкращі результати при прогнозуванні прибутку? Чому?

7. У роботі присутні орфографічні та граматичні помилки

Загальний висновок

Дисертація Назаркевич Ганни Ярославівни на тему “Інформаційна технологія адаптивного управління підприємством з використанням слабких сигналів” є завершеною науковою працею та має теоретичну та практичну цінність. Наведені зауваження не зменшують цінність результатів дисертаційної роботи.

У дисертації розв’язано науково-практичне завдання розроблення нових і вдосконалення існуючих методів, моделей та засобів інформаційної технології адаптивного управління у реальному часі з використанням слабких сигналів для підвищення ефективності управління підприємством.

Одержані наукові та практичні результати мають важливе значення для спеціальності 122 Комп’ютерні науки та галузі знань 12 Інформаційні технології.

Зміст дисертаційної роботи відповідає обраній темі та паспорту спеціальності, забезпечує досягнення поставленої мети і вирішення завдання дослідження. За структурою, мовою, стилем викладення дисертаційна робота відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року (зі змінами) «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення про присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Назаркевич Ганна Ярославівна, заслуговує присудження їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Рецензент
Доктор технічних наук,
доцент, професор кафедри
інформаційних систем та мереж
Національного університету
«Львівська політехніка»

Вікторія ВИСОЦЬКА

Підпис д. т. н., доцента
Висоцької В.А. засвідчую.
Вчений секретар
Національного університету
«Львівська Політехніка»
к. т. н., доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ

М.П. «20» 02 2025 року