

Спеціалізованій вченій раді ДФ 26.055.048  
Державного торговельно-економічного  
університету,  
(02156, м. Київ, вул. Кіото, 19)

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**на дисертаційну роботу Костюк Юлії Володимирівни  
на тему «Інформаційно-інтелектуальна система оцінки та прогнозування  
якості харчової продукції»,**

**подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії**

**за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки,**

**доктора фізико-математичних наук, професора**

**Гамалія Володимира Федоровича**

### **1. Актуальність теми дисертації та загальна характеристика роботи.**

У зв'язку зі зростаючою глобалізацією світу, виробництво швидко адаптується та переходить від звичайних методів до цифровізації та покращення комунікації підприємства з метою кращого контролю над інформаційними потоками та підвищення якості продукції. В умовах зростання конкурентоспроможності підприємства надається велике значення розумному виробництву, яке використовує переваги передової інформатизації для адаптації до різних ситуацій, вирішення проблем та відповіді на змінні вимоги ринку. Концепції інтелектуального виробництва включають універсальні та дистанційні системи, які здатні оптимізувати робочі процеси, збільшувати безпеку та підвищувати продуктивність.

Головними напрямками розробки та впровадження інформаційно-інтелектуальних систем є покращення процесів прийняття рішень при оцінці, моніторингу технологічного процесу та прогнозування в умовах багатофакторності та невизначеності. Інформаційно-інтелектуальні системи включають різні аспекти програмного забезпечення, обладнання та масиви даних для забезпечення підтримки прийняття рішення на основі

інтелектуального аналізу даних, який поєднує методи статистичного та штучного інтелекту з метою отримання нових знань та встановлення закономірностей в умовах невизначеності інформації.

Актуальність дослідження визначається тим фактором, що управління якістю виробництва харчової продукції вимагає розробки комплексної інформаційно-інтелектуальної системи, яка ґрунтується на основі методів оцінки та прогнозування показників якості продукції, моделюванні інформаційних потоків процесу, застосуванні ефективних методів підтримки прийняття рішень для підвищення якості продукції.

Наукова цінність роботи полягає у комплексному дослідженні, розробці та удосконаленні інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості продукції, вдосконалення методології оцінки та прогнозування якості, що включає розробку ефективних алгоритмів, використання штучного інтелекту та аналіз великих обсягів даних для покращення якості будь-якої продукції.

Достовірність результатів дослідження, висновків, які містяться у дисертаційній роботі, в цілому, є достатньою. Обґрунтованість та достовірність наукових висновків підтверджується практичними впровадженням їх у діяльність підприємств, зокрема, ТОВ «Гайсинський молокозавод», ТОВ «ТІСЕР», ТОВ «Інженерний виробничо-технічний центр «Техно-Сервіс», а також публікацією матеріалів дослідження.

У результаті проведеного дисертаційного дослідження розв'язано важливу науково-прикладну задачу – впровадження інформаційно-інтелектуальної системи для оцінки та прогнозування якості продукції. В рамках дослідження розроблено моделі та використано методи, як класичного інструментарію, так і передові інтелектуальні системи й хмарні технології, внаслідок чого вдалося вирішити низку важливих питань, пов'язаних із підвищенням якості та контролем якості харчової продукції.

## **2. Мета та завдання дисертаційної роботи.**



Дисертаційна робота Костюк Ю.В. присвячена розробці теоретичних та практичних рекомендацій щодо розробка інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції, яка дозволить покращити моніторинг процесу, прогнозувати можливі варіанти проходження виробничого процесу, тим самим покращуючи кінцевий показник якості продукції. Здобувачем у дисертаційному дослідженні вирішено низку завдань: проаналізовано підходи управління якістю продукції; проведено системний аналіз оцінки та прогнозування якості харчової продукції для створення моделі інформаційно-інтелектуальної системи; розроблено модель інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції; доповнено системи моніторингу процесу оцінки якості харчової продукції методами статистичної діагностики контролю; удосконалено архітектуру нейро-нечіткої мережі оцінки та прогнозування якості харчової продукції; розроблено нейро-нечітку мережу оцінки та прогнозування якості харчової продукції.

### **3. Наукова новизна дисертаційного дослідження.**

Основним науковим результатом є створення інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості продукції, вдосконалення методології оцінки та прогнозування якості, що включає розробку ефективних алгоритмів, використання штучного інтелекту та аналіз великих обсягів даних для покращення якості продукції та забезпечення безпеки для споживачів.

Основні положення і результати дослідження, які виносяться на захист та характеризують наукову новизну й особистий внесок автора, полягають у такому:

***вперше:***

– розроблено та впроваджено сценарно-цільовий підхід щодо моделювання структури інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції (на прикладі виробництва масла), який ґрунтується

на методології формально-графічного опису із застосуванням графів та прографів, такий підхід в молочній промисловості взагалі не застосовувався;

- побудовані А-сценарій та С-сценарій для моделі інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості виробництва харчової продукції (на прикладі виробництва масла), що на відміну від раніше запропонованих сценаріїв дозволить проаналізувати та оцінити інформаційні потоки між компонентами моделі та обрати оптимальну структуру для виконання поставлених завдань;

***удосконалено:***

- поняття системи управління якістю в розрізі інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції для підвищення ефективності контролю якості, що дає можливість забезпечення безпеки та удосконалення всіх аспектів виробництва;
- контекстну модель інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції, яка, на відміну від інших існуючих моделей, відрізняється використанням передових аналітичних методів, можливістю моніторингу та оновлення прогнозів в реальному часі, більшою ефективністю та відповідністю сучасним вимогам оцінки якості харчової продукції;
- метод формування оцінки якості продукції на основі контрольних карт Шухарта за вхідними технологічними параметрами із нанесенням контрольних меж, що ставить акценти на виявленні змін та шляхів покращення процесу;

***набуло подальшого розвитку:***

- модель концепцій управління якістю харчової продукції, яка, на відміну від інших існуючих концепцій, базується на використанні інформаційних технологій та аналізу даних сприяє вдосконаленню якості харчової продукції, забезпечуючи безпеку споживачів та підвищуючи конкурентоспроможність суб'єктів господарювання;



– архітектура нейро-нечіткої мережі прогнозування якості харчової продукції за допомогою пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB на основі адаптивної системи виводу ANFIS для оцінки якості готової продукції.

#### **4. Практичне значення одержаних результатів.**

Практичне значення інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості харчової продукції полягає у наданні науково обґрунтованих пропозицій та розроблених інформаційно-інтелектуальних продуктів, які рекомендовані до використання у діяльності виробничого підприємства. Це сприяє підвищенню якості та ефективності виробничого процесу, зменшенню витрат та ризиків, а також забезпечує відповідність продукції сучасним стандартам та вимогам споживачів. Крім того, інформаційно-інтелектуальні продукти цієї системи можуть використовуватися для прийняття обґрунтованих рішень та для планування стратегічних напрямків розвитку підприємства.

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 39 наукових праць. У тому числі 5 наукових статей опубліковано у фахових виданнях України, 3 статті індексовані в міжнародній науково-інформаційній базі Scopus. Результати дисертаційного дослідження доповідались на науково-практичних конференціях.

#### **5. Аналіз змісту дисертації.**

У «Вступі» обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, показано її зв'язок з науковими програмами, визначено об'єкт, предмет та методи дисертаційного дослідження, сформульовано мету та задачі роботи, наведено наукову новизну, практичне значення, апробацію та структуру роботи, зазначено особистий внесок здобувача.

У розділі 1 «Системотехнічна концепція оцінювання та контролю якості харчової продукції» дисертаційної роботи досліджено систему управління якістю харчової продукції, визначено її як комплекс заходів для підвищення якості продукції. Аналіз програмних засобів вказав на використання інформаційних і інтелектуальних технологій. Вивчено комп'ютерні технології



для статистичного управління якістю, включаючи програмні продукти та системи з уніфікованим електронним описом продукту. Специфіка галузі призвела до удосконалення інформаційно-інтелектуальних систем та декомпозиції інтелектуальної оцінки якості харчової продукції за стандартом IDEF0.

У розділі 2 «Методи та засоби формування оцінки якості харчової продукції» дисертаційного дослідження вперше використано сценарно-цільовий підхід для виробничого процесу харчової продукції. Створено А- та С-сценарії та графічно узагальнено їх характеристики. Контрольні карти Шухарта використано для аналізу параметрів і виявлення виходу процесу з-під статистичного керування. Інтелектуальна оцінка якості ґрунтується на сценаріях та діаграмі К. Ісікаві, які допомагають систематизувати відхилення в технологічному процесі. Застосовано об'єктно-орієнтований підхід змішаної методології моделювання SysML для побудови моделі інформаційно-інтелектуальної системи прогнозування якості харчової продукції. Створено нейро-нечітку мережу для прогнозування вмісту вологи у вершковому маслі на основі адаптивної системи виводу ANFIS, яка відзначається високою точністю у порівнянні з реальним технологічним процесом. ANFIS-мережі ідентифікують залежності та прогнозують зміни в процесі.

У розділі 3 «Моделювання та впровадження інформаційно-інтелектуальної системи оцінки та прогнозування якості продукції у виробничий процес» дисертаційної роботи розроблено діаграму діяльності з використанням UML, що описує процес прийняття рішень у системі оцінки та прогнозування якості харчової продукції. Сценарії розвитку, взаємодія учасників та обмін інформацією узгоджені на кожному етапі прийняття рішень. За допомогою SysML розроблено діаграму вимог для майбутньої системи ПСОП якості харчової продукції, яка включає специфікації щодо функціональності, продуктивності та безпеки. Діаграма послідовності показує етапи розробки та впровадження системи ПСОП якості харчової продукції, організовані в часовій послідовності. Діаграма послідовності функціонування системи відображає



взаємодію регулюючих органів, виконавчих механізмів та інших компонентів системи ІСОП. Створені потоки для запису даних процесу до хмарного застосунка Google Sheet та Telegram-бота для отримання інформації щодо якісних показників в режимі реального часу в середовищі Node-RED. Розроблена інформаційна панель для моніторингу, оцінки та прогнозування якості харчової продукції в середовищі Node-RED якості з відкритим кодом на основі JavaScript та Node.js у вигляді дашборду з візуалізацією основних параметрів контролю якості харчової продукції.

#### **6. Зауваження та дискусійні положення дисертаційної роботи.**

Відзначаючи позитивні сторони дисертаційного дослідження, слід звернути увагу на певні зауваження та дискусійні питання:

1. У пункті 1.2. важливо було б зазначити, що використання нейромережних технологій може бути обґрунтованим у випадках, де необхідно розпізнавати та прогнозувати нові ситуації при неповному або неточному описі об'єкта управління. Важливо було б підкреслити перевагу нейронних мереж у вирішенні нелінійних задач та завдань, де інші методи можуть бути менш ефективними.

2. Авторка в другому розділі описує процес розробки інформаційно-інтелектуальної системи прогнозування на основі моделювання. В описі необхідно було б розглянути питання забезпечення безпеки та якості даних, оскільки це важливі аспекти при роботі з інтелектуальними системами.

3. У тексті (с. 117-118) згадується взаємодія між Оператором та Інформаційно-інтелектуальною системою прогнозування (ІСП). Важливо було б пояснити, хто є користувачем системи та як саме ця взаємодія відбувається.

4. Автором (с. 118-121) наведено цікавий опис системи нейро-нечіткої мережі та алгоритму Сугено для прогнозування якості продукції. Щоб зрозуміти те, що система здатна навчатися на експериментальних даних, було б добре описати те, як саме цей процес навчання відбувається. Деталі про алгоритми навчання та вибір параметрів (наприклад, ваги і активаційні функції) допоможуть зрозуміти, як система підлаштовується під вхідні дані.



5. Автором у другому розділі наведено загальний опис архітектури системи з трьома шарами, але не розглянуто деталі структури та функцій кожного шару. Було б доцільно навести більше інформації про роль кожного шару та їхню взаємодію, щоб покращити розуміння системи.

Проте, висловлені зауваження та рекомендації не впливають на загальну позитивну оцінку виконаного дослідження та не зменшують вагомість результатів дисертаційної роботи.

## 7. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Костюк Юлії Володимирівни на тему «Інформаційно-інтелектуальна система оцінки та прогнозування якості харчової продукції» є завершеною кваліфікаційною науковою роботою.

Наукові праці та дисертаційна робота виконані Костюк Ю.В. із дотриманням принципів академічної доброчесності, а ідеї, наукові результати, матеріали наукових досліджень виконані здобувачем особисто і не містять текстових запозичень інших авторів без посилання на відповідне джерело.

Враховуючи зазначене, дисертаційне дослідження відповідає «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44, а її автор, Костюк Юлія Володимирівна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

**Рецензент:**

**професор кафедри цифрової економіки та системного аналізу**

**Державного торговельно-економічного університету,**

**доктор фізико-математичних наук,**

**професор**



Підпис В. Гамалій засвідчую

Начальник відділу кадрів

Н. Шевченко

**Володимир ГАМАЛІЙ**