

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА

на дисертацію Меренича Юліана Юліановича

«ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ ВЕБДОДАТКІВ»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 — Інформаційні технології

за спеціальністю 126 — Інформаційні системи та технології

Актуальність теми. Актуальність теми дисертаційного дослідження зумовлена потребою у створенні доступних засобів для оцінювання якості проєктування та дизайну вебдодатків.

Вебдодатки слугують універсальним інструментарієм взаємодії між користувачами та інформаційними системами, забезпечуючи швидкий доступ до даних, сервісів і послуг у будь-який час та з будь-якого пристрою. Різностороннім вебдодаткам належить чільне місце у житті сучасної людини, обумовлене стрімким розвитком цифрових технологій, зростанням ролі вебдодатків у різних сферах суспільної діяльності та підвищенням вимог користувачів до функціональності, ергономічності та доступності. Зазначене формує потребу у створенні науково обґрунтованої інформаційної технології, здатної забезпечити прогнозне оцінювання якості проєктування та дизайну вебдодатків з урахуванням багатокритеріального впливу.

Проблематика оцінювання якості вебдодатків стала об'єктом значного кількості досліджень, що реалізуються у межах міждисциплінарного підходу із поєднанням результатів програмної інженерії, когнітивних наук, ергономіки, теорії дизайну та інформаційних технологій. Сучасні наукові розвідки охоплюють широкий спектр питань, зокрема дослідження користувацького досвіду та інтерфейсної взаємодії, впровадження принципів доступності та інклюзивності, адаптивного і респонсивного дизайну, персоналізованої візуалізації контенту, а також автоматизації проєктування та оцінювання якості ІТ-проєктів.

Подальший розвиток наукових досліджень у цій сфері відображено в дисертаційній роботі і пов'язано з впровадженням перспективного підходу, що базується на застосуванні багатокритеріального аналізу, теорії моделювання та апарату нечіткої логіки для визначення прогнозованого рівня якості проєктування та дизайну вебдодатків на основі факторів ергономіки та когнітивних принципів взаємодії, доступності й інклюзивності, інформаційної архітектури та візуального дизайну.

Таким чином, прогностичне оцінювання якості проєктування та дизайну вебдодатків на основі розробленої інформаційної технології, що полягає у використанні функціонального моделювання, онтологічного аналізу, семантичного моделювання, системного аналізу, багатфакторного аналізу та нечіткої логіки є актуальним науково-прикладним завданням.

Дисертаційна робота узгоджується з пріоритетними напрямками розвитку науки й техніки та відповідає чинному законодавству України, зокрема: Закону України «Про Національну програму інформатизації» (№ 2807-IX від 01.12.2022), який визначає стратегічні засади розвитку інформаційного суспільства, формування сучасних інформаційних ресурсів та впровадження інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій у суспільні процеси. Проблематика пов'язана з науковими та прикладними дослідженнями кафедри комп'ютерних технологій у видавничо-поліграфічних процесах Інституту поліграфії та медійних технологій Національного університету «Львівська політехніка», спрямованими на розроблення та вдосконалення інформаційних технологій оцінювання якості інформаційних систем. Отримані результати сприятимуть удосконаленню методологічної бази розроблення інтелектуальних технологій оцінювання якості інформаційних систем, забезпеченню науково-технічного прогресу в галузі цифрових мультимедійних сервісів та зміцненню позицій університету в науковому просторі України й міжнародній спільноті.

Обґрунтування наукових положень та їх достовірність. У дисертаційній роботі застосовано комплексну методологію, яка поєднує системний, онтологічний, семантичний, оптимізаційний та прикладний підходи. Для опису

процесу створення вебдодатків було використано засоби функціонального моделювання, що забезпечило формалізацію ключових етапів життєвого циклу розробки. На основі положень онтологічного аналізу сформовано багаторівневу систему понять, що інтегрує вимоги сучасних міжнародних стандартів до якості вебдодатків. Для представлення взаємозв'язків між факторами, що впливають на якість проєктування та дизайну вебдодатків, застосовано семантичні мережі та елементи логіки предикатів, які дозволили формалізувати залежності між характеристиками ергономіки та когнітивної взаємодії, доступності та інклюзивності, інформаційної архітектури та візуального дизайну. Моделі вагомості факторів побудовано за допомогою методу математичного моделювання ієрархій та уточнено методом ранжування, що дало змогу визначити пріоритети впливу окремих факторів у багатфакторній структурі. Завдання вибору оптимальної стратегії реалізації вебдизайну вирішувалося методами багатокритеріальної оптимізації на основі лінійного об'єднання критеріїв та дослідження нечітких переваг, що забезпечило оцінювання множини альтернатив і вибір найбільш ефективного варіанту з урахуванням комплексних вимог. У процесі визначення прогностичного показника якості використано апарат нечіткої логіки, який дав змогу сформувати функції належності для лінгвістичних змінних, побудувати нечіткі бази знань та логічні рівняння, а також виконати дефазифікацію отриманих результатів. Практичну реалізацію результатів дослідження здійснено за допомогою сучасних програмно-інженерних засобів, що дозволило створити прикладний модуль інформаційної технології, спрямований на визначення пріоритетності факторів за методом ранжування.

Основні завдання дисертаційної роботи та практичні напрацювання доповідалися та обговорювалися на наукових конференціях та опубліковані в їх тезах і робочих матеріалах.

Висновки і рекомендації, які наведені в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими, їх достовірність підтверджена експериментально.

Сформульована наукова новизна представленої до захисту дисертації.

На основі проведених теоретичних і наукових досліджень одержано такі нові результати:

вперше:

– розроблено узагальнену модель процесу створення вебдодатків, що інтегрує функціональні, онтологічні та факторні складові забезпечення якості та відображає структурно-логічну послідовність етапів проєктування й оцінювання, визначає онтологічні зв'язки між структурними, функціональними та експлуатаційними характеристиками відповідно до сучасних міжнародних стандартів веброзробки, а також враховує вагомість факторів на основі їх коефіцієнтів, типів залежностей і результатів попарних порівнянь.

– розроблено інформаційну концепцію визначення оптимальних варіантів проєктування та дизайну вебдодатків із використанням методів лінійного об'єднання критеріїв і нечіткого відношення переваги, що дало змогу формалізувати процес прийняття рішень за умов невизначеності, підвищити об'єктивність оцінювання проєктних рішень і забезпечити вибір оптимальної структури вебдодатка відповідно до вимог якості та ергономіки.

– розроблено інформаційну технологію оцінювання якості проєктування та дизайну вебдодатків на основі функціонального та онтологічного моделювання, методів математичного моделювання ієрархій, багатокритеріального аналізу альтернатив і засобів нечіткої логіки, що сприяє оптимізації процесів прийняття проєктних рішень та підвищенню ефективності розроблення веборієнтованих систем;

удосконалено

– метод онтологічного аналізу шляхом групування еквівалентних класів та їх об'єднання в узагальнені концепти на основі семантичної подібності, структурного аналізу та функціонального значення, що забезпечує коректне співставлення понять у процесі побудови онтологічної моделі;

набула подальшого розвитку

— модель формування якості проєктування та дизайну вебдодатків, яка базується на використанні математичного апарату нечіткої логіки, що дало змогу сформулювати інноваційний підхід до прогностного оцінювання ефективності проєктних рішень та підвищити точність вибору оптимальних варіантів їх реалізації в умовах невизначеності.

Короткий аналіз змісту дисертації:

У *вступі* дисертаційної роботи розкрито актуальність тематики, визначено її мету та завдання, що випливають із логіки дослідження. Окреслено взаємозв'язок роботи із науковими темами кафедри комп'ютерних технологій у видавничо-поліграфічних процесах Національного університету «Львівська політехніка». Сформульовано об'єкт і предмет дослідження, подано характеристику використаних методів, зокрема сучасних підходів до багатофакторного моделювання та опрацювання нечітких множин. Висвітлено наукову новизну та прикладну значущість положень, що виносяться на захист. Зазначено особистий внесок здобувача у спільних публікаціях. Перелічено конференції, на яких проводилася апробація отриманих результатів. Наведено кількісні показники публікаційної активності та описано структуру дисертації.

У *першому розділі* здійснено аналіз сучасного стану та перспектив розвитку вебдодатків. Розроблено функціональну модель процесу створення вебдодатків, що забезпечує послідовний опис основних етапів і підвищує ефективність реалізації проєктів. Розроблено контекстну діаграму та діаграми двох рівнів декомпозиції. Для відображення структури розробленої моделі сформовано ієрархічну діаграму виокремлених вузлів. Викладено теоретичні основи онтологічного моделювання та доведено доцільність опису предметної області у вигляді ієрархічної структури понять. Сформовано алгоритм побудови онтології та проведено аналіз стандартів якості вебдодатків. Розроблено онтології формування якості вебдодатків на основі базових стандартів у даній галузі. Представлено фрагменти онтологічних словників та онтологічні графи класів онтологій якості вебдодатків. Розроблено узагальнену онтологію якості вебдодатків. Удосконалено метод онтологічного аналізу шляхом групування

еквівалентних класів із різних стандартів у єдині концепти. Кластеризація, що ґрунтується на семантичній подібності, структурному аналізі та функціональному значенні, забезпечила коректне співставлення понять, усунення дублювань та узгодженість моделі.

Наведено перелік завдань дисертаційного дослідження.

У *другому розділі* сформовано множину факторів проєктування та дизайну вебдодатків на основі експертного оцінювання. Фактори розподілено за інтегральними характеристиками: ергономіка та когнітивні принципи взаємодії, доступність та інклюзивність, інформаційна архітектура та візуальний дизайн. Виконано формалізоване представлення зв'язків між факторами засобами семантичних мереж. Розроблено семантичні моделі впливу на ергономіку й когнітивні принципи взаємодії, доступність та інклюзивність, а також на інформаційну архітектуру та візуальний дизайн. Для опису впливів і залежностей використано конструкції логіки предикатів. Розроблено моделі вагомості факторів за методом математичного моделювання ієрархій та удосконалено їх за методом ранжування, що дозволило обчислити вагові значення та встановити найбільш значущі фактори для кожної групи. На основі структурного аналізу побудовано узагальнену багаторівневу модель пріоритетного впливу факторів, яка відображає ієрархію основних складових проєктування та дизайну вебдодатків.

Третій розділ присвячено формуванню альтернативних підходів до реалізації проєктування та дизайну вебдодатків. Обґрунтовано необхідність вибору ефективної стратегії, що передбачає побудову множини альтернатив і визначення оптимальної з них. Для цього проведено багатокритеріальну оптимізацію на множині можливих рішень на основі методу лінійного об'єднання з урахуванням факторів ергономіки та когнітивних принципів взаємодії, доступності й інклюзивності, інформаційної архітектури та візуального дизайну. Виконано оцінювання корисності альтернатив, у результаті чого для кожної групи характеристик виокремлено варіанти, що забезпечують найвищі показники ефективності. Визначено оптимальні варіанти реалізації на

основі функцій належності, що підтвердило висновки, отримані за методом лінійного об'єднання критеріїв. Обрано оптимальний варіант проєктування та дизайну вебдодатків, у якому провідну роль відіграють фактори ергономіки та когнітивних принципів взаємодії, тоді як доступність, інклюзивність, інформаційна архітектура та візуальний дизайн мають співмірне значення.

У *четвертому розділі* розглянуто особливості застосування нечіткої логіки для оцінювання якості проєктування та дизайну вебдодатків. Розроблено ієрархічну модель формування якості, яка враховує найпріоритетніші лінгвістичні змінні та часткові показники якості. Для термів домінантних змінних сформовано нечіткі множини на основі матриць попарних порівнянь і нормованих функцій належності. Розроблено нечіткі бази та матриці знань, що відображають взаємозв'язки між комбінаціями термів окремих змінних і інтегральним показником якості. Сформульовано нечіткі логічні рівняння як для загального показника якості проєктування та дизайну, так і для часткових характеристик: ергономіки та когнітивної взаємодії, доступності й інклюзивності, інформаційної архітектури та візуального дизайну. Проведено дефазифікацію нечітких множин завдяки підстановці значень у нечіткі логічні рівняння. За принципом центру ваги обчислено прогнозований показник якості проєктування та дизайну вебдодатків при визначених вхідних параметрах.

Розроблено інформаційну технологію оцінювання якості проєктування та дизайну вебдодатків, яку представлено у вигляді структурно-функціональної моделі з шістьма основними етапами: функціональне моделювання процесу створення вебдодатків, онтологічне моделювання якості вебдодатків, розроблення семантичних моделей факторів, розроблення моделей вагомості факторів, вибір оптимального варіанту проєктування та дизайну вебдодатків, визначення прогнозованого показника якості проєктування та дизайну вебдодатків. Компоненту інформаційної технології, що реалізує визначення пріоритетності факторів за методом ранжування, представлено у вигляді програмного продукту.

Висновки відображають логічне узагальнення проведеного дослідження й формулюють його основні наукові та прикладні результати.

У *додатках* наведено список публікацій здобувача за темою дисертації та апробацію результатів. Подано код програмного продукту для визначення пріоритетності факторів за методом ранжування. Продемонстровано акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Виходячи із аналізу основної частини дисертації, можна зробити висновок, що дисертація є завершеною науковою роботою.

Практичне значення одержаних результатів. У дисертації розроблено нову інформаційну технологію оцінювання якості проектування та дизайну вебдодатків, спрямовану на визначення інтегрального показника якості на основі аналізу факторів, різних за суттю та характером представлення. Це дозволило здійснювати оцінювання прогнозованої якості за вхідними параметрами. При цьому, важливими з практичної точки зору є такі результати: описано основні етапи процесу створення вебдодатків та вимоги до їх якості і побудовано функціональну та онтологічну моделі; визначено пріоритетність факторів проектування та дизайну вебдодатків і розроблено моделі, що демонструють ієрархію їхнього впливу на показники якості, забезпечуючи обґрунтований вибір оптимальних рішень у процесі вебдизайну; запропоновано оптимальні варіанти реалізації проектування та дизайну вебдодатків згідно багатофакторного об'єднання критеріїв та нечіткого відношення переваги; розроблено ієрархічну модель формування показника якості проектування та дизайну вебдодатків і нечіткі логічні рівняння для його прогнозування; розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології оцінювання якості вебдодатків та програмний продукт для визначення пріоритетності факторів за методом ранжування. Результати мають практичну цінність у галузі інформаційних технологій, зокрема у сфері вебінжинірингу, цифрового дизайну та розроблення інтелектуальних систем оцінювання якості вебдодатків.

Впровадження результатів дослідження. Результати дисертаційної роботи апробовано та використано у ТОВ «ЄВРОКОМП'ЮТЕР» (м. Іршава,

Іршавський р-н, Закарпатська обл.), ТОВ «ПеттерсонАпс» (м. Львів), навчальному процесі факультету інформаційних технологій Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет» при викладанні навчальних дисциплін у межах лекційних, практичних та лабораторних занять, зокрема у курсах «Комп'ютерна графіка», «Прикладна інформатика», «Проектування та дизайн цифрових продуктів», «Вебтехнології та вебдизайн», «Основи веброзробки», «Комп'ютерна графіка та візуалізація даних» та «Розробка інтернет-клієнт серверних систем».

Акти впровадження підтверджені відповідними документами.

Повнота висвітлення основних результатів дисертації. Нові наукові результати і положення повністю відображені у 20 наукових працях, а саме: 1 стаття у виданні, що індексується у наукометричних базах даних Scopus та Web of Science і належить до квартилю Q3 відповідно до класифікації SCImago Journal; 6 статей у фахових наукових виданнях України, 3 з яких проіндексовані у наукометричній базі Index Copernicus; 13 публікацій у збірниках всеукраїнських та міжнародних конференцій.

Кількість публікацій, їх повнота та обсяг у достатній мірі відображають особистий внесок автора і відповідають вимогам, що висуваються до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності. Оформлення дисертації відповідає чинним нормативним вимогам, зокрема Вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом МОН України № 40 від 02.01.2017 р. Структура дослідження побудована логічно: кожен розділ завершено висновками, що відповідають отриманим результатам. Анотація узгоджена зі змістом основних положень дисертації та відображає зміст виконаної роботи. Текст дисертації не містить недозволених запозичень. Усі наукові результати інших авторів використано з відповідними посиланнями на джерела.

Зауваження до дисертаційної роботи

Не зважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, необхідно зауважити:

1. У вступі наведено перелік українських та зарубіжних вчених, які здійснили значний внесок у дослідження даної проблематики. Однак, варто було б детальніше описати суть та вагомість внеску зазначених дослідників.

2. У розділі 1. Підрозділ 1.4. містить онтологічні граfi, проте не наведено хоча б одного повноцінного прикладу класу з переліком його властивостей, обмежень і відносин. Це важливо, оскільки онтологія — формальний апарат, де кожен клас має чітку семантику.

3. У підрозділі 2.1. подано множину факторів, але не представлено опис експертної групи, яка брала участь в оцінюванні. Відсутні критерії добору експертів, їхній досвід та галузева спеціалізація. Без цього достовірність вагових коефіцієнтів викликає питання.

4. Розділ 4. Підрозділ 4.2. представлено модель формування якості. Схематично дана модель правильна, однак недостатньо висвітленим є питання, як саме відбувається перехід між рівнями моделі — від часткових характеристик до інтегрального показника.

5. Зображення інтерфейсу розробленого програмного продукту доцільно було б перемістити у додатки.

6. У дисертаційній роботі зустрічаються незначні стилістичні та граматичні помилки.

Наведені зауваження не знижують наукової та практичної цінності проведеного дослідження і не впливають на загальний висновок. Робота є завершеною, оригінальною науковою працею, яка заслуговує позитивної оцінки.

Висновки. На підставі всебічного аналізу можна стверджувати, що за актуальністю, науковою новизною, науковою та практичною цінністю одержаних результатів дисертація Меренича Юліана Юліановича на тему «Інформаційна технологія оцінювання якості проектування та дизайну вебдодатків» є завершеною науковою працею, присвяченою вирішенню

актуальної науково-прикладної проблеми оцінювання прогнозованої якості проєктування та дизайну вебдодатків шляхом розроблення інформаційної технології на основі функціонального та онтологічного моделювання, пріоритизації факторів за методами математичного моделювання ієрархій та ранжування, багатокритеріального аналізу альтернатив і засобів нечіткої логіки.

Дисертаційна робота за своєю актуальністю, науковим рівнем, практичною значущістю та повнотою отриманих результатів відповідає вимогам чинного законодавства України, визначеним у пунктах 6–9 «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 р. № 44, а її автор Меренич Юліан Юліанович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 — «Інформаційні технології» за спеціальністю 126 — «Інформаційні системи та технології».

Рецензент:

Завідувач кафедри ІМТ,
Інституту поліграфії та
медійних технологій
Національного університету
«Львівська політехніка»,

кандидат технічних наук, професор



Орест ХАМУЛА

Підпис професора Ореста Хамули завіряю:

Вчений секретар ІУ «Львівська політехніка»,

канд. техн. наук, доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ