

DOI: <https://doi.org/10.15276/ict.03.2026.01>

УДК 004.4:004.738.5:519.86

Моделювання пріоритетності факторів якості проектування та дизайну вебзастосунків

Лях Ігор Михайлович¹⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5417-9403>; igor.lyah@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 57374171500

Кляп Михайло Михайлович¹⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-6148>; mihaylo.klyap@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 57211299051

Меренич Юліан Юліанович¹⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3236-1308>; merenich.julian@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 59412642400

Гончаренко Олександр Олексійович²⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4325-2705>; oleksandr.honcharenko@pdau.edu.ua. Scopus Author ID: 58576191600

¹⁾ Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», пл. Народна, 3,
Ужгород, 88000, Україна

²⁾ Полтавський державний аграрний університет (ПДАУ), вул. Сковороди, 1/3. Полтава, 36003, Україна

АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто проблему формалізації та визначення відносної пріоритетності факторів, що впливають на якість проектування та дизайну вебзастосунків. Обґрунтовано необхідність переходу від простого переліку характеристик вебінтерфейсу до їх структурованого представлення з урахуванням взаємозв'язків та відносної значущості окремих факторів. Метою дослідження є формування структурованої системи факторів якості проектування та дизайну вебзастосунків, формалізація взаємозв'язків між ними та визначення їх відносної пріоритетності шляхом поєднання експертного оцінювання, семантичного моделювання, математичного моделювання ієрархій та ранжування. У роботі сформовано множину факторів, яку систематизовано за трьома основними категоріями: ергономіка та когнітивні принципи взаємодії; доступність та інклюзивність; інформаційна архітектура та візуальний дизайн. Для представлення взаємозв'язків фактори подано у вигляді семантичної мережі, а для кількісного оцінювання використано експертні судження з розрахунком сумарних і середніх оцінок, рангів та вагових значень. Запропонована послідовність передбачає формування множини факторів, побудову семантичної моделі їх взаємозв'язків та визначення відносної пріоритетності. На прикладі факторів доступності та інклюзивності встановлено диференційований рівень їх значущості: найбільше результуюче вагове значення – 110 у. о. – отримав фактор відповідності стандартам доступності, полімодальна репрезентація контенту має значення 70 у. о., персоналізація параметрів та альтернативні механізми навігації – по 35 у. о., а редукція сенсорних стимулів – 0 у. о. Отримані результати демонструють, що фактори однієї функціональної категорії можуть істотно відрізнятися за рівнем відносної пріоритетності, що підтверджує доцільність їх кількісного ранжування. Практичне значення запропонованого підходу полягає у можливості його використання для підтримки прийняття проектних рішень під час визначення вимог, проектування, дизайну та тестування вебзастосунків, особливо за умов обмежених часових, фінансових і людських ресурсів. Подальші дослідження передбачають розширення множини факторів, перевірку моделі на різних типах вебзастосунків та автоматизацію визначення вагових значень на основі фактичних даних про взаємодію користувачів із вебінтерфейсами.

Ключові слова: вебзастосунки; якість проектування та дизайну; фактори якості; експертне оцінювання; семантичне моделювання; математичне моделювання ієрархій; ранжування факторів; доступність; інклюзивність

Для цитування: Лях І. М., Кляп М. М., Меренич Ю. Ю., Гончаренко О. О. “Моделювання пріоритетності факторів якості проектування та дизайну вебзастосунків”. *Інформатика. Культура. Техніка.* 2026; Том 3 № 1 (3): 9–22. DOI: <https://doi.org/10.15276/ict.03.2026.01>

Актуальність. Проектування та дизайн сучасних вебзастосунків характеризуються наявністю значної кількості взаємопов'язаних факторів, які визначають якість користувацької взаємодії, доступність інформації, структурування контенту та візуальне сприйняття інтерфейсу. Така багатофакторність ускладнює процес прийняття проектних рішень, оскільки окремі характеристики не є ізольованими, а можуть визначати, підтримувати, оптимізувати або модифікувати вплив інших факторів. У зв'язку з цим виникає необхідність не лише сформувати множину релевантних факторів, а й формалізувати взаємозв'язки між ними та визначити їх відносну пріоритетність.

Для систематизації факторів доцільно розглядати якість проектування та дизайну вебзастосунків через три взаємопов'язані складові: ергономіку та когнітивні принципи

взаємодії, доступність та інклюзивність, інформаційну архітектуру та візуальний дизайн. У межах цих складових виділяються окремі фактори, що характеризують прогнозованість поведінки системи, консистентність дизайн-моделей, модальність інтерфейсу, масштабованість, когнітивне навантаження, зворотний зв'язок, полімодальну репрезентацію контенту, персоналізацію параметрів, альтернативні механізми навігації, відповідність стандартам доступності, ієрархію візуальних елементів, колористику та контрастність, читабельність, просторовий баланс, композицію та ритм макету.

Важливим завданням є об'єктивізація визначення вагомості факторів. Для цього в дослідженні використано експертне оцінювання з подальшим узагальненням отриманих оцінок та ранжуванням факторів. Такий підхід дає змогу перейти від індивідуальних експертних суджень до формалізованого визначення рівнів пріоритетності факторів [1].

Окрему проблему становить формалізація причинно-наслідкових і функціональних зв'язків між факторами. Застосування семантичних мереж дає можливість представити фактори у вигляді вузлів, а зв'язки між ними – у вигляді формалізованих відношень із визначеним семантичним змістом [2]. Подальше застосування математичного моделювання ієрархій та методу ранжування створює основу для кількісного визначення пріоритетності факторів і побудови узагальненої моделі їх вагомості.

Таким чином, актуальність дослідження визначається необхідністю комплексного формалізованого представлення факторів якості проєктування та дизайну вебзастосунків, встановлення їх структурних взаємозв'язків і визначення пріоритетних факторів, які мають найбільший вплив на відповідні характеристики якості. Результати такого аналізу створюють основу для обґрунтованого врахування вагомості факторів під час прийняття проєктних рішень.

Мета дослідження полягає у формалізації та визначенні пріоритетності факторів, що впливають на якість проєктування та дизайну вебзастосунків, шляхом поєднання експертного оцінювання, семантичного моделювання взаємозв'язків між факторами, математичного моделювання ієрархій та методу ранжування. Для досягнення поставленої мети передбачається сформулювати множину релевантних факторів якості, визначити характер і напрям їх взаємозв'язків, узагальнити експертні оцінки, розрахувати відносні пріоритети факторів та сформулювати їх ранжований перелік. Отримані результати мають забезпечити формалізовану основу для обґрунтування вибору найбільш значущих факторів під час проєктування та дизайну вебзастосунків.

Аналіз сучасних досліджень. Проблема формалізації та оцінювання якості вебзастосунків досліджується у межах різних підходів, що передбачають використання моделей якості, експертного оцінювання та методів багатокритеріального прийняття рішень. Ранні дослідження якості вебзастосунків були спрямовані на формування концептуальних моделей, які систематизують характеристики та підхарактеристики якості з урахуванням специфіки веборієнтованих систем [3]. Зокрема, запропоновані моделі розглядають якість вебзастосунків як багатфакторну властивість, для оцінювання якої необхідно враховувати як загальні характеристики програмного забезпечення, так і специфічні властивості вебсередовища.

Значний напрям сучасних досліджень пов'язаний із застосуванням багатокритеріальних методів для визначення відносної важливості характеристик вебсайтів і вебзастосунків. Так, fuzzy АНР використовується для визначення відносних ваг критеріїв якості вебсайтів, що дає змогу враховувати нечіткість експертних суджень під час встановлення пріоритетів критеріїв [4]. В окремих дослідженнях fuzzy АНР поєднується з TOPSIS для багатокритеріального оцінювання якості вебсайтів, що забезпечує одночасне визначення ваг критеріїв та ранжування альтернатив [5]. Такі підходи демонструють

доцільність використання формалізованих процедур для переходу від якісних експертних суджень до кількісних показників пріоритетності.

Інший напрям представлений моделями, у яких експертне оцінювання поєднується із семантичним представленням факторів. У дослідженні Pikh та Merenych сформовано множину факторів, що впливають на якість проєктування вебзастосунків, виконано їх експертне оцінювання та побудовано семантичні моделі взаємозв'язків між факторами [6]. Автори виділяють три основні категорії: ергономіку та когнітивні принципи взаємодії, доступність та інклюзивність, інформаційну архітектуру та візуальний дизайн. Запропонований підхід створює основу для подальшої автоматизованої оцінки якості вебзастосунків і використання моделей підтримки прийняття рішень.

Разом із тим, існуючі дослідження переважно зосереджуються або на формуванні набору критеріїв і факторів якості, або на оцінюванні вебсайтів та вебзастосунків як альтернатив за визначеними критеріями. Меншою мірою розглядається послідовне поєднання формалізації множини факторів, представлення їх семантичних взаємозв'язків, узагальнення експертних оцінок та подальшого визначення пріоритетності самих факторів проєктування і дизайну вебзастосунків. Саме ця проблема є важливою для обґрунтування проєктних рішень, коли необхідно визначити не лише перелік факторів, що впливають на якість, а й ступінь їх відносної значущості.

Отже, невирішеною частиною проблеми залишається формування цілісного підходу, який забезпечує перехід від множини експертно визначених факторів та їх семантичних зв'язків до кількісного визначення пріоритетів і ранжування. Це обумовлює доцільність використання у подальшому дослідженні експертного оцінювання, математичного моделювання ієрархій та методу ранжування для визначення найбільш значущих факторів якості проєктування та дизайну вебзастосунків.

Для визначення факторів, які доцільно враховувати під час проєктування та дизайну вебзастосунків, сформовано множину характеристик, що охоплює основні аспекти взаємодії користувача з вебінтерфейсом. Формування множини здійснювалося з урахуванням функціонального призначення факторів та їх ролі у забезпеченні якості проєктних і дизайнерських рішень. Для подальшого моделювання фактори систематизовано за функціональною ознакою та об'єднано у три основні категорії: ергономіка та когнітивні принципи взаємодії, доступність та інклюзивність, інформаційна архітектура та візуальний дизайн.

До категорії ергономіки та когнітивних принципів взаємодії віднесено фактори, пов'язані з прогнозованістю поведінки інтерфейсу, консистентністю дизайн-моделей, модальністю, масштабованістю, когнітивним навантаженням та зворотним зв'язком [7]. Ці фактори характеризують відповідність інтерфейсу принципам ефективної взаємодії та здатність користувача прогнозувати результати виконання операцій.

Категорія доступності та інклюзивності охоплює фактори, спрямовані на забезпечення можливості взаємодії з вебзастосунком користувачів із різними потребами та можливостями. До неї віднесено полімодальну репрезентацію контенту, персоналізацію параметрів, альтернативні механізми навігації, редукцію сенсорних стимулів та відповідність стандартам доступності.

Третю категорію становлять фактори інформаційної архітектури та візуального дизайну. Вона включає ієрархію візуальних елементів, колористику та контрастність, читабельність, просторовий баланс, композицію та ритм макета [8]. Ці фактори визначають особливості організації інформації та її візуального представлення, а також впливають на сприйняття структури та змісту вебінтерфейсу.

Таким чином, сформована множина факторів забезпечує структуроване представлення основних характеристик якості проєктування та дизайну вебзастосунків і створює основу для подальшої кількісної оцінки їх відносної значущості.

Для визначення вагомості сформованої множини факторів використано метод експертних оцінок. Кількісне оцінювання відносної значущості факторів здійснюється за 100-бальною шкалою, де 0 відповідає відсутності впливу, а 100 – максимальному рівню значущості. Для кожного фактора формується множина оцінок, наданих експертами. Нехай X_{ij} – оцінка i -го фактора j -м експертом, m – загальна кількість експертів.

До експертного оцінювання залучено фахівців у сфері UX/UI, які мають значний практичний досвід роботи в ІТ-компаніях. Добір експертів здійснювався з урахуванням їхньої професійної компетентності та практичного досвіду у сфері проєктування і дизайну вебінтерфейсів. Опитування проводилося в анонімній формі, що забезпечувало незалежність індивідуальних експертних суджень. Кожен експерт самостійно оцінював відносну значущість сформованих факторів за 100-бальною шкалою.

Сумарна оцінка i -го фактора визначається як:

$$S_i = \sum_{j=1}^m X_{ij}. \quad (1)$$

Середня експертна оцінка фактора визначається за формулою:

$$\bar{X}_i = \frac{S_i}{m}. \quad (2)$$

Отримані сумарні та середні значення експертних оцінок використовуються для порівняння факторів між собою та подальшого визначення їх відносної пріоритетності. Ранжування факторів здійснюється на основі отриманих експертних оцінок з урахуванням однакових значень та відповідного визначення середнього рангу.

Для факторів, які мають однакові значення експертних оцінок, застосовується ранжування із використанням середнього рангу.

Для цього ранг визначається як середнє значення порядкових позицій, які займають фактори з однаковими оцінками:

$$R_{ij} = \frac{\sum P_i}{n}, \quad (3)$$

де P_i – порядкова позиція фактора, n – кількість факторів з однаковою оцінкою.

Сумарний ранг фактора за результатами оцінювання експертами визначається як:

$$F_i = \sum_{j=1}^m R_{ij}, \quad (4)$$

а його середній ранг:

$$\bar{R}_i = \frac{F_i}{m}. \quad (5)$$

На етапі експертного ранжування менше значення середнього рангу відповідає вищій оцінюваній значущості фактора. Цей показник слід відрізняти від ієрархічного рангу, що визначається на подальшому етапі моделювання ієрархії та використовується для встановлення рівня пріоритетності фактора. Отримані ранги використовуються на наступному етапі для формування впорядкованої множини факторів та визначення найбільш значущих характеристик якості проєктування і дизайну вебзастосунків.

Результати експертного оцінювання та подальшого ранжування факторів використовуються як вихідні дані для побудови формалізованої моделі їх взаємозв'язків. Така модель дає змогу перейти від окремих експертних оцінок до структурованого представлення залежностей між факторами та подальшого визначення їх пріоритетності (Таблиця 1).

Таблиця 1. Фактори якості проєктування та дизайну вебзастосунків

Категорія	Фактор
Ергономіка та когнітивні принципи взаємодії	Прогнозованість поведінки інтерфейсу
	Консистентність дизайн-моделей
	Модальність інтерфейсу
	Масштабованість
	Когнітивне навантаження
	Зворотний зв'язок
Доступність та інклюзивність	Полімодальна репрезентація контенту
	Персоналізація параметрів
	Альтернативні механізми навігації
	Редукція сенсорних стимулів
	Відповідність стандартам доступності
Інформаційна архітектура та візуальний дизайн	Ієрархія візуальних елементів
	Колористика та контрастність
	Читабельність
	Просторовий баланс
	Композиція та ритм макета

Джерело: розроблено авторами

Визначені фактори якості проєктування та дизайну вебзастосунків не є незалежними, оскільки зміна одного фактора може впливати на інші характеристики інтерфейсу. Наприклад, зміна структури інформаційної архітектури може впливати на навігацію та когнітивне навантаження користувача, а зміна способу візуального представлення інформації може визначати її читабельність, сприйняття та доступність. Тому для подальшого аналізу доцільно формалізувати не лише саму множину факторів, а й відношення між ними.

Для представлення таких взаємозв'язків використано семантичну мережу, у якій фактори якості розглядаються як вершини графа, а семантично визначені відношення між ними – як дуги.

Формально семантичну мережу можна представити у вигляді:

$$G = (V, E), \quad (6)$$

де $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – множина вершин, що відповідають факторам якості, а $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ – множина семантичних зв'язків між ними.

Кожна дуга e_{ij} визначає спрямований зв'язок між факторами v_i та v_j . Напрямок зв'язку характеризує фактор, який визначає або модифікує інший фактор. Для опису семантики взаємодії використовуються відношення, що відображають визначення, підтримку, оптимізацію, залежність, модифікацію та інші функціональні зв'язки між характеристиками якості.

Наявність спрямованої дуги між двома факторами визначається за наявністю змістовного функціонального впливу одного фактора на інший. Дуга $(v_i \Rightarrow v_j)$ встановлюється, якщо зміна або реалізація фактора (v_i) визначає, підтримує, оптимізує, модифікує або впливає на прояв фактора (v_j) . За відсутності такого функціонального зв'язку безпосередня дуга між відповідними вершинами не формується. Напрямок дуги задається від фактора, що здійснює визначальний або модифікуючий вплив, до фактора, на який цей вплив

спрямований. Таким чином, у семантичній моделі використовуються відношення типу «визначає», «впливає», «підтримує», «оптимізує», «модифікує» та «залежить від».

Таке представлення дозволяє перейти від простого переліку факторів до структурованої моделі їх взаємозалежностей. Семантична мережа також створює основу для подальшого застосування математичних методів визначення рівнів та пріоритетів факторів.

Для формалізації структури взаємозв'язків використовується матриця досяжності [9]. Елемент матриці визначається за правилом:

$$x_{ij} = 1, \text{ якщо з вершини } v_i \text{ існує шлях до вершини } v_j; \\ x_{ij} = 0, \text{ в іншому випадку.}$$

У матричній формі така модель має вигляд:

$$X = [x_{ij}], i, j = 1, \dots, n.$$

Для демонстрації процедури переходу від семантичної мережі до ієрархічної моделі розглянемо фактори категорії доступності та інклюзивності D1-D5. На основі встановлених прямих і опосередкованих зв'язків сформовано матрицю досяжності, наведену у Табл.2.

Таблиця 2. Матриця досяжності факторів доступності та інклюзивності

Фактор	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	1	1	0	0
D2	0	1	0	1	0
D3	0	0	1	1	0
D4	0	0	0	1	0
D5	1	1	1	1	1

Джерело: розроблено авторами

Перехід від матриці досяжності до ієрархічної моделі здійснюється ітераційно. Для кожного фактора визначається множина досяжності ($T(D_i)$), що містить фактори, до яких існує шлях із вершини (D_i), та множина попередників ($K(D_i)$), до якої входять фактори, з яких існує шлях до (D_i). За результатами першої ітерації фактор D5 – відповідність стандартам доступності – віднесено до найвищого рівня пріоритетності. Після його вилучення з подальшого аналізу на наступній ітерації виділено D1 – полімодальну репрезентацію контенту. Подальше послідовне виключення визначених факторів дозволило віднести D2 та D3 до наступного рівня, а D4 – редукцію сенсорних стимулів – до найнижчого рівня ієрархії. Таким чином, матриця досяжності трансформується у впорядковану ієрархічну структуру $D5 \rightarrow D1 \rightarrow \{D2, D3\} \rightarrow D4$.

Матриця досяжності дозволяє визначити, які фактори мають безпосередній або опосередкований вплив на інші фактори, та використовується для подальшого формування ієрархічної структури.

На наступному етапі здійснюється математичне моделювання ієрархій факторів. Основною метою цього етапу є визначення відносної пріоритетності факторів з урахуванням встановлених взаємозв'язків та результатів експертного оцінювання.

Для кожної пари факторів визначається відносна перевага одного фактора над іншим [10].

Результати попарних порівнянь формують матрицю:

$$A = [a_{ij}],$$

де a_{ij} характеризує ступінь переваги фактора i над фактором j .

Для взаємно протилежних порівнянь виконується співвідношення:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}},$$

а для порівняння фактора із самим собою:

$$a_{ii} = 1.$$

На основі матриці попарних порівнянь визначається вектор пріоритетів:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T,$$

де w_i характеризує відносну вагомість i -го фактора. Нормування ваг здійснюється за умовою:

$$\sum w_i = 1.$$

Отриманий вектор пріоритетів дає можливість порівнювати фактори незалежно від абсолютної шкали експертних оцінок та визначати їх відносний внесок у загальну структуру якості проєктування та дизайну вебзастосунків.

Сформована матриця попарних порівнянь (Таблиця 3) використовується для визначення відносної вагомості факторів та побудови вектора їх пріоритетів. Отримані значення ваг є основою для подальшого впорядкування факторів за рівнем їх відносної значущості [11].

Таблиця 3. Структура матриці попарних порівнянь факторів

Фактор	F ₁	F ₂	F ₃	...	F _n
F ₁	1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
F ₂	$\frac{1}{a_{12}}$	1	a_{23}	...	a_{2n}
F ₃	$\frac{1}{a_{13}}$	$\frac{1}{a_{23}}$	1	...	a_{3n}
...	...	...	...	...	...
F _n	$\frac{1}{a_{1n}}$	$\frac{1}{a_{2n}}$	$\frac{1}{a_{3n}}$	...	1

Джерело: розроблено авторами

На основі отриманого вектора пріоритетів формується ранжований перелік факторів. Ранжування дає можливість встановити послідовність факторів за рівнем їх відносної значущості та виділити характеристики, які потребують першочергового врахування під час проєктування і дизайну вебзастосунків.

Для узагальнення результатів фактори розподіляються за рівнями пріоритетності. До найвищого рівня належать фактори, які мають найбільшу відносну вагу та визначають суттєві характеристики якості. Фактори із середніми значеннями ваги формують проміжний рівень пріоритетності, тоді як фактори з найменшими значеннями розглядаються як другорядні щодо безпосереднього впливу на результуючі характеристики.

На Рис. 1 фактори представлені як вузли семантичної мережі, а спрямовані зв'язки між ними відображають характер взаємодії. Така структура дозволяє враховувати не лише індивідуальну значущість факторів, а й їх структурну взаємозалежність.

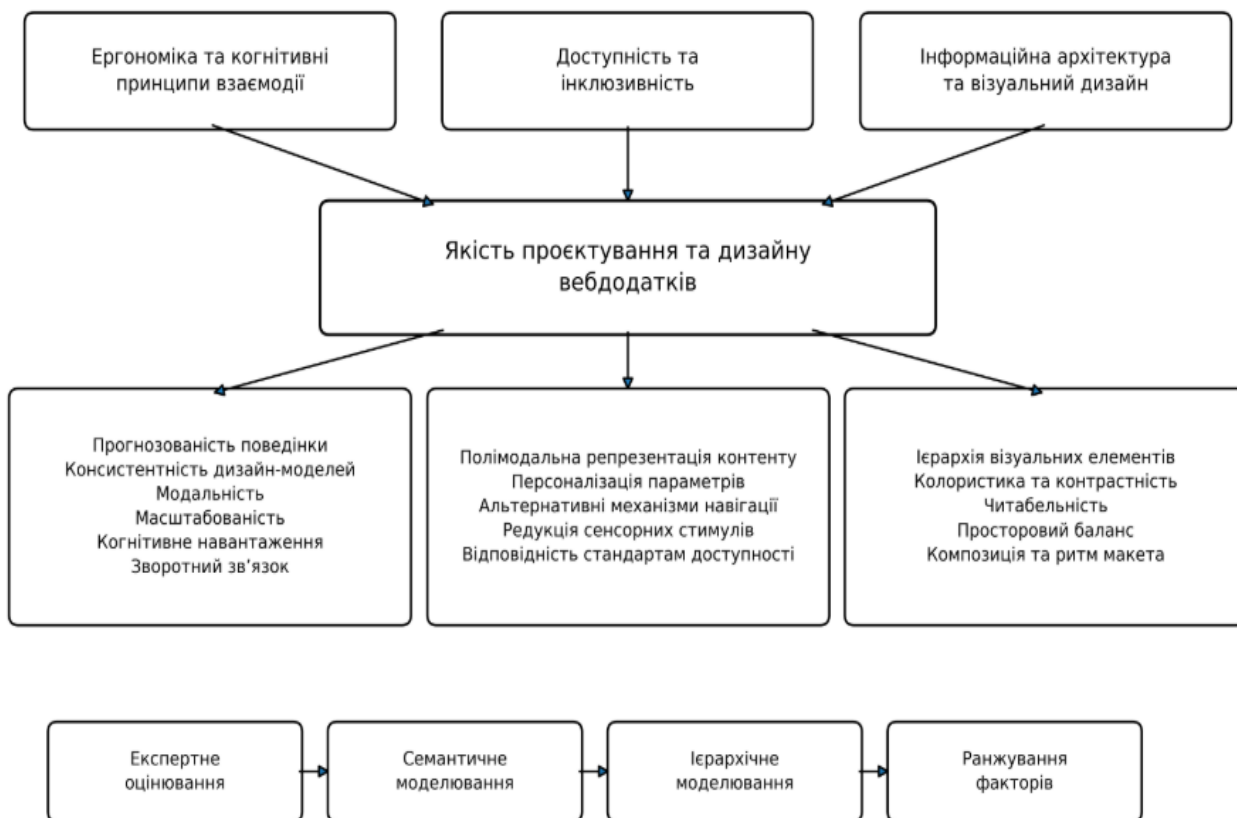


Рис. 1. Семантична модель взаємозв'язків факторів якості проектування та дизайну вебзастосунків

Джерело: розроблено авторами

Семантичне представлення сформованої множини факторів створює основу для подальшого їх кількісного оцінювання. Врахування встановлених взаємозв'язків у поєднанні з визначенням відносної вагомості окремих характеристик дає змогу перейти від опису структури факторів до формування обґрунтованої системи їх пріоритетів.

Таким чином, запропонована послідовність оцінювання передбачає три взаємопов'язані етапи: формування множини факторів, побудову семантичної моделі їх взаємозв'язків та визначення відносної пріоритетності. Результатом є ранжована множина факторів, яка може використовуватися як формалізована основа для обґрунтування проектних рішень під час створення вебзастосунків.

Застосування запропонованої послідовності оцінювання дало змогу перейти від сформованої множини факторів до їх кількісного ранжування. На першому етапі результати експертного оцінювання були використані для визначення сумарних та середніх значень оцінок факторів. На другому етапі враховано встановлені семантичні взаємозв'язки та сформовано ієрархічну структуру. На завершальному етапі визначено відносні пріоритети факторів та сформовано їх ранжований перелік.

Особливе значення має аналіз факторів доступності та інклюзивності, оскільки результати моделювання демонструють істотну відмінність їх відносної вагомості. При цьому 100-бальна шкала застосовувалася на етапі первинного експертного оцінювання значущості факторів, тоді як наведені нижче вагові значення є результатом подальшого математичного моделювання ієрархій і виражені в умовних одиницях. Тому результуюче вагове значення не обмежується діапазоном від 0 до 100. Отримані значення наведено в Таблиці 4.

Таблиця 4. Результати ранжування факторів доступності та інклюзивності

Фактор	Вагове значення, у.о.	Ієрархічний ранг	Рівень пріоритетності
D1 – полімодальна репрезентація контенту	70	3	2
D2 – персоналізація параметрів	35	2	3
D3 – альтернативні механізми навігації	35	2	3
D4 – редукція сенсорних стимулів	0	1	4
D5 – відповідність стандартам доступності	110	4	1

Джерело: розроблено авторами

У Таблиці 4 поняття ієрархічного рангу використовується для відображення позиції фактора, отриманої за результатами моделювання ієрархії: більше значення ієрархічного рангу відповідає вищому положенню фактора у сформованій структурі. Рівень пріоритетності має обернену нумерацію: рівень 1 відповідає найвищій пріоритетності, тоді як збільшення номера рівня означає її зниження. Отже, для D5 ієрархічний ранг 4 відповідає найвищому рівню пріоритетності 1, а для D4 ієрархічний ранг 1 – найнижчому рівню пріоритетності 4.

Наведені результати свідчать, що найбільше результуюче вагове значення має фактор D5 – відповідність стандартам доступності, для якого отримано 110 у. о. Другу позицію за вагомістю займає фактор D1 – полімодальна репрезентація контенту з результуючим ваговим значенням 70 у. о. Фактори D2 та D3 мають однакове вагове значення 35 у. о. і відповідно займають однакову позицію за результатами ранжування. Найменше значення отримано для фактора D4 – редукції сенсорних стимулів, вагове значення якого становить 0 у. о.

Отриманий розподіл демонструє, що фактори однієї функціональної категорії можуть мати суттєво різний рівень пріоритетності. Тому використання лише узагальненої категоризації факторів без їх подальшого кількісного ранжування не дає змоги визначити, які саме характеристики потребують першочергового врахування під час прийняття проєктних рішень.

Для наочного представлення отриманих результатів доцільно використати стовпчасту діаграму вагових значень факторів.

На Рис. 2 найбільше значення стовпчика відповідає фактору D5, що підтверджує його найвищу пріоритетність у межах відповідної категорії. Фактор D1 також характеризується значним ваговим показником, тоді як D2 та D3 мають однакові значення. Відсутність ваги для D4 свідчить про його найнижчий пріоритет у розглянутій структурі.

Важливо, що отримане ранжування не слід трактувати як абсолютну оцінку якості окремого вебзастосунка. Воно характеризує відносну значущість факторів у межах сформованої системи критеріїв та експертних суджень. Тому результати доцільно використовувати насамперед як інструмент підтримки прийняття проєктних рішень, коли необхідно визначити пріоритетність окремих характеристик за умов обмежених ресурсів і необхідності вибору між альтернативними рішеннями.

Таким чином, проведене ранжування підтверджує доцільність поєднання експертного оцінювання, семантичного моделювання та математичного визначення пріоритетів. Така комбінація дає змогу перетворити початкову множину якісних характеристик вебзастосунка на структуровану систему кількісно впорядкованих факторів, яку можна використовувати для обґрунтування послідовності врахування вимог до проєктування та дизайну.

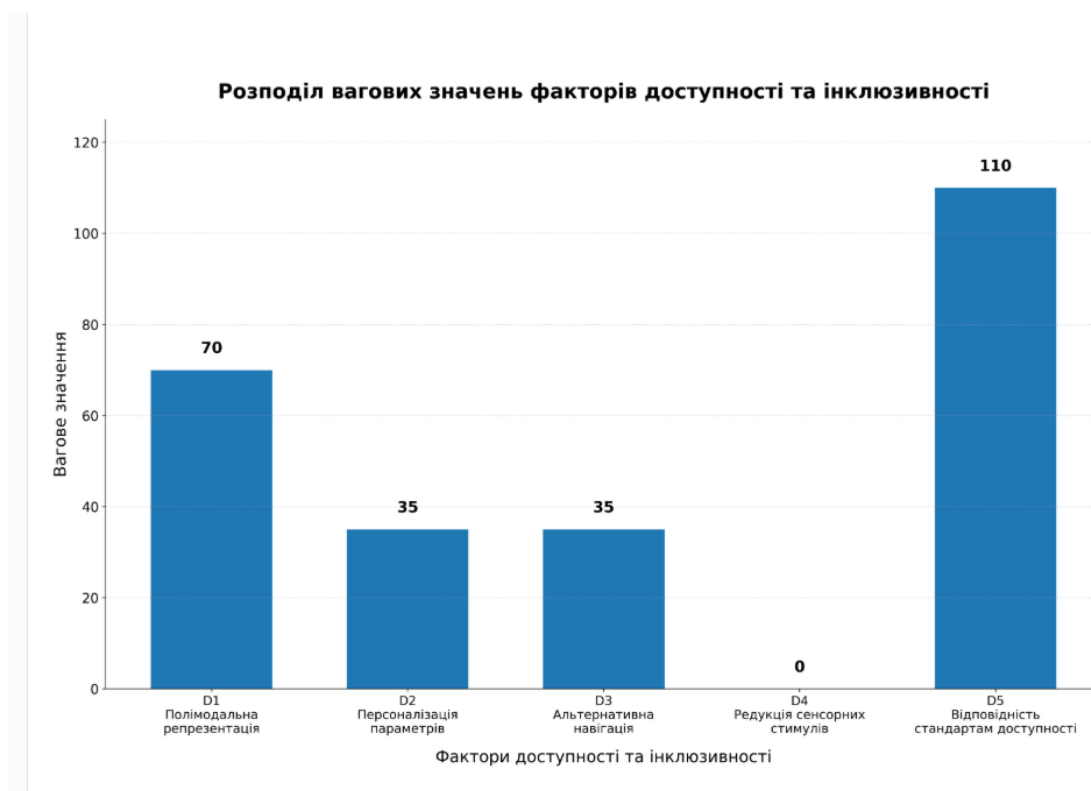


Рис. 2. Розподіл вагових значень факторів доступності та інклюзивності

Джерело: розроблено авторами

У контексті отриманих результатів можна відзначити нерівномірний розподіл значущості між факторами, що характеризують якість проєктування та дизайну вебзастосунків. Встановлені вагові значення дають змогу перейти від загального переліку характеристик до визначення конкретних факторів, які мають бути враховані першочергово під час прийняття проєктних рішень.

У межах категорії доступності та інклюзивності найбільше вагове значення отримав фактор D5 – відповідність стандартам доступності [12]. Його вагове значення становить 110 у. о., що істотно перевищує показники інших факторів цієї категорії. Це свідчить про те, що дотримання встановлених вимог доступності розглядається як базова характеристика якості вебзастосунка, яка має враховуватися незалежно від конкретних особливостей його цільової аудиторії.

Другим за значущістю є фактор D1 – полімодальна репрезентація контенту, для якого отримано вагове значення 70 у. о. Його висока позиція в рейтингу пояснюється необхідністю забезпечення альтернативних способів сприйняття інформації [13]. Застосування різних форм представлення контенту створює додаткові можливості для взаємодії користувачів із різними способами сприйняття інформації та сприяє підвищенню загальної доступності інтерфейсу.

Фактори D2 – персоналізація параметрів та D3 – альтернативні механізми навігації – отримали однакове вагове значення 35 у. о. Це свідчить про близький рівень їх відносної значущості в межах сформованої системи факторів. Персоналізація забезпечує можливість адаптації параметрів взаємодії до потреб конкретного користувача, тоді як альтернативні механізми навігації розширюють способи доступу до функцій та інформаційних ресурсів вебзастосунка [14].

Найнижче значення отримано для фактора D4 – редукція сенсорних стимулів. Його вагове значення дорівнює 0 у.о. Отриманий результат не означає, що цей фактор не має жодного значення для якості вебзастосунка [15]. Він свідчить про його нижчу відносну пріоритетність порівняно з іншими факторами в межах застосованої системи оцінювання. Тому під час обмеження ресурсів розробки цей фактор може розглядатися після характеристик, які отримали вищі значення пріоритетності.

Порівняння результатів показує доцільність використання кількісного ранжування під час формування вимог до вебзастосунків. Простий перелік факторів не дозволяє визначити послідовність їх врахування, тоді як запропонований підхід дає змогу встановити відносну вагомість кожного фактора та сформувати обґрунтований порядок пріоритетів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання на різних етапах життєвого циклу вебзастосунка. На етапі визначення вимог результати ранжування можуть використовуватися для встановлення пріоритетних характеристик майбутнього інтерфейсу. На етапі проєктування вони можуть застосовуватися для вибору між альтернативними варіантами структури та способів взаємодії. Під час тестування результати можуть бути використані для формування набору критеріїв перевірки якості.

Запропонований підхід також дозволяє враховувати обмеженість ресурсів проєкту. Якщо одночасне врахування всіх факторів є недоцільним або неможливим, першочергова увага може приділятися факторам із найвищими ваговими значеннями. Таким чином, ранжування може використовуватися як інструмент підтримки прийняття рішень під час визначення пріоритетів між конкуруючими вимогами до вебзастосунка.

Важливо зазначити, що визначені пріоритети характеризують відносну значущість факторів у межах сформованої системи оцінювання та не повинні трактуватися як універсальні числові коефіцієнти якості для всіх типів вебзастосунків. Їх практичне використання передбачає врахування призначення вебзастосунка, характеристик його цільової аудиторії та конкретного контексту використання.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що поєднання експертного оцінювання, семантичного моделювання та кількісного ранжування дозволяє сформувати структуровану систему пріоритетів факторів якості проєктування та дизайну вебзастосунків. На відміну від підходу, заснованого лише на переліку рекомендацій, запропонована послідовність забезпечує можливість кількісного обґрунтування того, які характеристики доцільно враховувати першочергово.

Висновки. У роботі запропоновано підхід до формування та кількісного ранжування факторів якості проєктування та дизайну вебзастосунків, що поєднує експертне оцінювання, семантичне моделювання взаємозв'язків між факторами та визначення їх відносної пріоритетності. Запропонована послідовність дозволяє перейти від сукупності якісних характеристик вебінтерфейсу до структурованої системи кількісно впорядкованих факторів.

Сформовано множину факторів, яку систематизовано за трьома основними категоріями: ергономіка та когнітивні принципи взаємодії, доступність та інклюзивність, інформаційна архітектура та візуальний дизайн. Така структуризація забезпечує комплексне представлення характеристик, що визначають якість взаємодії користувача з вебзастосунком, та створює основу для подальшого формалізованого оцінювання.

Для визначення відносної значущості факторів використано експертне оцінювання із розрахунком сумарних і середніх оцінок та подальшим ранжуванням. Формалізація результатів здійснюється за допомогою математичних залежностей, що дозволяють визначати вагові значення та середні ранги факторів. Додаткове врахування семантичних взаємозв'язків між факторами дозволяє перейти від незалежного розгляду характеристик до їх структурованого представлення у вигляді семантичної мережі та ієрархічної моделі.

На прикладі факторів доступності та інклюзивності встановлено, що найбільше результуюче вагове значення має відповідність стандартам доступності – 110 у. о., тоді як полімодальна репрезентація контенту характеризується значенням 70 у. о. Персоналізація параметрів та альтернативні механізми навігації отримали однакове значення 35 у. о., а редукція сенсорних стимулів – 0 у. о. Отримані результати демонструють можливість диференційованого визначення пріоритетів навіть у межах однієї функціональної категорії.

Практична цінність запропонованого підходу полягає у можливості його використання для підтримки прийняття проєктних рішень під час визначення вимог, проєктування, дизайну та тестування вебзастосунків. Результати ранжування можуть використовуватися для встановлення першочергових характеристик у випадках обмеженості часу, фінансових або людських ресурсів, а також для обґрунтування вибору між альтернативними варіантами проєктних рішень.

Таким чином, поєднання експертного оцінювання, семантичного моделювання та кількісного ранжування формує основу для більш обґрунтованого управління пріоритетами факторів якості вебзастосунків. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення множини факторів, перевірку запропонованої моделі на різних типах вебзастосунків, а також автоматизацію процесу визначення вагових значень і формування пріоритетів на основі фактичних даних про взаємодію користувачів із вебінтерфейсами.

Конфлікт інтересів: Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів, зокрема фінансового, особистого, авторського чи будь-якого іншого характеру, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, опубліковані в цій статті

Фінансування: Дослідження проводилося без фінансової підтримки

Доступність даних: Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті рукопису

Використання засобів штучного інтелекту (ШІ): Автори підтверджують, що не застосовували інструментальні засоби ШІ для написання цієї роботи

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Eid, A., Halabya, A., Nagy, N. M. & Hassan, A. A. “Multistage assessment of construction delay factors using expert evaluation and real project data”. *Scientific Reports*. 2026; 16 (1): 16135. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-026-53262-4>.
2. Buchmann, R. A. “Semantics-Driven systems engineering: Requirements and prerequisites for a new flavor of model-driven engineering”. In *Fill, H.-G. & Kühn, H. (eds) Metamodeling: Applications and Trajectories to the Future*. Cham, Switzerland: Springer. 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-56862-6_2.
3. Estdale, J. & Georgiadou, E. “Applying the ISO/IEC 25010 quality models to software product”. In: *European Conference on Software Process Improvement*. Cham, Switzerland: Springer. 2018. p. 492–503. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-97925-0_42.
4. Pramadewi, P. M. M., Wirawan, I. M. A. & Indrawan, G. “Website quality evaluation using Fuzzy AHP and importance-performance analysis”. *Bulletin of Social Informatics Theory and Application*. 2025; 9 (1): 13–27. DOI: <https://doi.org/10.31763/businta.v9i1.769>.
5. AbdelAziz, N. M., Samy, A. & Naguib, S. M. “Website quality evaluation: Tools, methods, applications, and impacts”. *International Journal of Computers and Informatics (Zagazig University)*. 2025; 8: 134–148. – Available from: <https://www.ijci.zu.edu.eg/index.php/ijci/article/view/119>.
6. Pikh, I. & Merenych, Y. “Semantic models for web application design”. *Computer Systems and Information Technologies*. 2025; 2: 20–26. DOI: <https://doi.org/10.31891/csit-2025-2-2>.
7. Wibisono, N. Y. & Tjhin, V. U. “Evaluating user experience in a public sector digital system through Nielsen’s heuristic approach”. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2025; 16 (9). DOI: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2025.0160928>.
8. Resmini, A. “Information architecture”. *Encyclopedia of Libraries, Librarianship, and Information Science*. 2025; 2: 212–229. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95689-5.00198-X>.
9. Kafunda, J. C. M., Baelongandi, A. T., Lungenyi, N. K., Bampende, M. N., Kambale, W. V. & Kyamakya, K. “Enhancing Interpretive Structural Modeling (ISM) through the integration of influence signs: A novel approach for advanced systemic assessment and validation via an illustrative case study”. In *International Conference on Applied Mathematics & Computer Science (ICAMCS)*. IEEE. 2024. p. 134–148. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAMCS62774.2024.00023>.

10. Becker, J. & Becker, A. “Graphical analysis of consistency in the AHP/ANP pairwise comparison matrix of criteria or decision alternatives”. *Procedia Computer Science*. 2024; 246: 4805–4814, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050924023718>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.346>.
11. Salomon, V. A. P. & Gomes, L. F. A. M. “Consistency improvement in the analytic hierarchy process”. *Mathematics*. 2024; 12 (6): 828. DOI: <https://doi.org/10.3390/math12060828>.
12. Thammachokmongkol, P., Lapawong, W. & Rueangsirarak, W. “Evaluating Online Content Accessibility using WCAG 2.1: A case study of university platforms and an e-learning system for students with visual impairments”. In *9th International Conference on Information Technology (InCIT)*. IEEE. 2025. p. 578–583. DOI: <https://doi.org/10.1109/InCIT66780.2025.11276028>.
13. Wang, J. H., Norouzi, M. & Tsai, S. M. “Augmenting multimodal content representation with transformers for misinformation detection”. *Big Data and Cognitive Computing*. 2024; 8 (10): 134. DOI: <https://doi.org/10.3390/bdcc8100134>.
14. Abascal, J., Arbelaitz, O., Gardeazabal, X. & Muguerza, J. “Personalizing the user interface for people”. *Personalized Human-Computer Interaction*. 2023. p. 175.
15. Huang, Z. “Web Accessibility Design Using Color Psychology for Visual Impairments and Neurodivergent Conditions”. In *2025 3rd International Conference on Image, Algorithms, and Artificial Intelligence (ICIAAI)*. Atlantis Press. 2025. p. 879–888. DOI: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-823-3_87.

Отримано 10.07.2026

Отримано після перегляду 28.08.2026

Прийнято 03.09.2026

DOI: <https://doi.org/10.15276/ict.03.2026.01>

УДК 004.4:004.738.5:519.86

Modelling the prioritisation of quality factors in the planning and design of web applications

Ihor M. Liakh¹⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5417-9403>; igor.lyah@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 57374171500

Mykhailo M. Kliap¹⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-6148>; mihaylo.klyap@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 57211299051

Yulian Y. Merenych¹⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3236-1308>; merenich.julian@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 59412642400

Oleksandr O. Honcharenko²⁾

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4325-2705>; oleksandr.honcharenko@pdau.edu.ua. Scopus Author ID: 58576191600

¹⁾ Uzhhorod National University, sq. Narodna, 3. Uzhhorod, 88000, Ukraine

²⁾ Poltava State Agrarian University. 1/3 Skovorody St. Poltava, 36003, Ukraine

ABSTRACT

This paper examines the problem of formalising and determining the relative priority of factors influencing the quality of web application planning and design. It justifies the need to move away from a simple list of web interface characteristics towards a structured representation of these characteristics, taking into account the interrelationships and relative significance of individual factors. The aim of the study is to develop a structured system of factors relating to the quality of web application planning and design, to formalise the interrelationships between them, and to determine their relative priority by combining expert assessment, semantic modelling, mathematical modelling of hierarchies, and ranking. The study identifies a set of factors, which are categorised into three main groups: ergonomics and cognitive principles of interaction; accessibility and inclusivity; and information architecture and visual design. To illustrate the interrelationships, the factors are presented as a semantic network, whilst expert judgements are used for quantitative assessment, with the calculation of total and average scores, ranks and weightings. The proposed sequence involves identifying a set of factors, constructing a semantic model of their interrelationships and determining their relative priority. Using the factors of accessibility and inclusivity as an example, a differentiated level of their significance has been established: the factor of compliance with accessibility standards received the highest weighting of 110; polymodal content representation has a value of 70; personalisation of settings and alternative navigation mechanisms each have a value of 35; and reduction of sensory stimuli has

a value of 0. The results demonstrate that factors within a single functional category can differ significantly in terms of relative priority, confirming the validity of their quantitative ranking. The practical significance of the proposed approach lies in its potential to support project decision-making during the requirements specification, planning, design and testing of web applications, particularly under conditions of limited time, financial and human resources. Further research will involve expanding the set of factors, testing the model on different types of web applications, and automating the determination of weightings based on actual data regarding user interaction with web interfaces.

Keywords: Web applications; quality of planning and design; quality factors; expert assessment; semantic modelling; mathematical modelling of hierarchies; factor ranking; accessibility; inclusivity

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ



Лях Ігор Михайлович - доктор технічних наук, професор кафедри Інформатики та фізико-математичних дисциплін. Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», пл. Народна, 3, Ужгород, 88000, Україна

Галузь досліджень: дослідження інформаційних технологій захисту даних в засобах масової інформації, дослідження генних регуляторних мереж

Ihor M. Liakh – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Information Science, Physical and Mathematical Disciplines. Uzhhorod National University, 3, Narodna Square, Uzhhorod, 88000, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5417-9403>; igor.lyah@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 57374171500

Research field: research into information technologies for data protection in the media; research into gene regulatory networks



Кляп Михайло Михайлович - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Інформатики та фізико-математичних дисциплін. Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», пл. Народна, 3, Ужгород, 88000, Україна

Галузь досліджень: методи синтезу растрових та векторних зображень, комп'ютерна графіка, технології та методи web-дизайну, мультимедійні технології передачі інформації, цифрові поліграфічні технології, 2D анімація та motion – дизайн

Mykhailo M. Klyap - Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Information Science, Physical and Mathematical Disciplines. Uzhhorod National University, 3, Narodna Square. Uzhhorod, 88000, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-6148>; mihaylo.klyap@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 57211299051

Research field: methods of synthesising raster and vector images, computer graphics, web design technologies and methods, multimedia technologies for information transmission, digital printing technologies, 2D animation and motion design.



Меренич Юліан Юліанович - PhD, асистент кафедри Інформатики та фізико-математичних дисциплін. Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», пл. Народна, 3, Ужгород, 88000, Україна

Галузь досліджень: верстання сайтів, динамічне управління веб-додатками, оптимізація та швидкодія Інтернет-ресурсів, комп'ютерна графіка, технології та методи web-дизайну

Yulian Y. Merenych - PhD, Department of Information Science, Physical and Mathematical Disciplines. Uzhhorod National University, 3, Narodna Square. Uzhhorod, 88000, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3236-1308>; merenich.julian@uzhnu.edu.ua. Scopus Author ID: 59412642400

Research field: website layout, dynamic management of web applications, optimisation and performance of web resources, computer graphics, web design technologies and methods



Гончаренко Олександр Олексійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри Агроінженерії та автомобільного транспорту. Полтавський державний аграрний університет, вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна

Галузь досліджень: технічна експлуатація та сервіс автомобільного транспорту, ресурсозберігаючі технології відновлення деталей машин, діагностика та ремонт автотракторної техніки, надійність сільськогосподарських машин.

Oleksandr O. Honcharenko – PhD. Associate Professor, Department of Agro-engineering and Automotive Transport. Poltava State Agrarian University. 1/3, Skovorody St. Poltava, 36003, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4325-2705>; oleksandr.honcharenko@pdau.edu.ua. Scopus Author ID: 58576191600

Research field: technical operation and maintenance of motor vehicles, resource-saving technologies for the restoration of machine parts, diagnostics and repair of automotive and tractor machinery, reliability of agricultural machinery