

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2025-60-03>

УДК 004.5:004.9:519.8

Остапенко Максим Сергійович, аспірант

<https://orcid.org/0009-0001-8877-139X>

Скрипченко Дмитро Вікторович, аспірант

<https://orcid.org/0009-0001-8470-4333>

Лавров Євгеній Анатолійович, д.т.н., професор

<https://orcid.org/0000-0001-9117-5727>

Чибіряк Яна Іванівна, к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-0634-7609>

Клименко Ігор Вікторович, аспірант

<https://orcid.org/0009-0004-7013-2655>

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

МЕТОД ВИБОРУ СТРАТЕГІЇ РЕДИЗАЙНУ ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЛЮДИНО-МАШИННОЇ ВЗАЄМОДІЇ У ВЕБДОДАТКАХ

Остапенко М. С., Скрипченко Д. В., Лавров Є. А., Чибіряк Я. І., Клименко І. В. Метод вибору стратегії редизайну інтерфейсів для забезпечення ефективної людино-машинної взаємодії у вебдодатках. У статті розглянуто питання вибору оптимальної стратегії редизайну інтерфейсів вебдодатків, що є особливо актуальним у сучасних умовах цифрової трансформації, зростаючих вимог користувачів до якості сервісів та посилення конкуренції у сфері інформаційних технологій. Відомо, що редизайн інтерфейсу може мати як позитивні, так і негативні наслідки: з одного боку, він здатний підвищити ергономічність системи, покращити користувацький досвід і спростити роботу команди розробників, а з іншого — містить суттєві ризики, пов'язані з можливими збоями у продуктивному середовищі, перевантаженням команди та зниженням лояльності користувачів у разі невдалих змін. Традиційно такі рішення ухвалюються на основі досвіду або інтуїції, що знижує обґрунтованість і прозорість процесу. Метою дослідження є формалізація вибору стратегії редизайну на основі багатокритеріального аналізу, що дозволяє врахувати технічні, організаційні та ергономічні аспекти. Для цього використано метод аналізу ієрархій (АНР), який дає можливість зіставляти альтернативи за кількома критеріями та визначати їх пріоритети. У роботі змодельовано чотири підходи до редизайну: «Big Bang», поступова міграція, паралельна розробка та використання Feature Flags. Попарні порівняння критеріїв проведено у середовищі SuperDecisions, що забезпечило розрахунок глобальних пріоритетів і аналіз чутливості результатів. Результати показали, що найефективнішою стратегією є застосування Feature Flags, адже цей підхід забезпечує контрольоване впровадження змін, мінімізує ризик критичних збоїв, спрощує тестування та знижує психологічне навантаження на команду. Наукова новизна полягає у застосуванні АНР саме до задач редизайну вебінтерфейсів, де поєднуються інженерні й людські фактори. Практична значимість полягає у можливості використання методики як універсального інструмента прийняття рішень у сфері UI/UX-дизайну, проєктного менеджменту та управління людино-машинною взаємодією. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на автоматизацію побудови моделей, інтеграцію з DevOps-процесами та застосування реальних UX-метрик для уточнення критеріїв.

Ключові слова: метод аналізу ієрархій, АНР, редизайн інтерфейсу, підтримка прийняття рішень, ергономіка, людино-машинна взаємодія, веброзробка, Feature Flags.

Ostapenko M., Skrypchenko D., Lavrov E., Chybiarik Ya., Klymenko I. A method for choosing a strategy for redesigning interfaces to ensure effective human-machine interaction in web applications. The article examines the problem of selecting an optimal strategy for redesigning web application interfaces, which is particularly relevant in the context of digital transformation, increasing user demands for service quality, and intensified competition in the field of information technology. It is well known that interface redesign can have both positive and negative consequences: on the one hand, it may improve system ergonomics, enhance user experience, and simplify the work of development teams; on the other hand, it carries significant risks related to possible failures in the production environment, team overload, and decreased user loyalty in the case of unsuccessful changes. Traditionally, such decisions are made based on experience or intuition, which reduces the justification and transparency of the process. The aim of the study is to formalize the selection of a redesign strategy using a multi-criteria analysis that considers technical, organizational, and ergonomic aspects. For this purpose, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was applied, enabling comparison of alternatives across multiple criteria and determination of their priorities. The study modeled four redesign approaches: "Big Bang", gradual migration, parallel development, and the use of Feature Flags. Pairwise comparisons of criteria were conducted using the SuperDecisions software, which allowed the calculation of global priorities and sensitivity analysis of the results. The findings revealed that the most effective strategy is the use of Feature Flags, as this approach ensures controlled implementation of changes, minimizes the risk of critical failures, simplifies testing, and reduces psychological pressure on the team. The scientific novelty of the study lies in applying AHP specifically to web interface redesign, where engineering and human factors intersect. The practical significance lies in the potential use of this methodology as a universal decision-making tool in UI/UX design, project management, and human-machine interaction. Future research may focus on automating model construction, integrating AHP into DevOps processes, and applying real UX metrics to refine evaluation criteria.

Keywords: analytic hierarchy process, AHP, interface redesign, decision support, ergonomics, human-machine interaction, web development, Feature Flags.

Постановка наукової проблеми. У сучасних умовах цифрової трансформації та зростаючої конкуренції в онлайн-середовищі, ергономічність вебінтерфейсів виступає як один із ключових чинників забезпечення ефективної людино-машинної взаємодії (НМІ). Інтуїтивна навігація, зрозуміла структура інтерфейсу, оптимальне представлення інформації та мінімізація когнітивного навантаження є базовими елементами, що визначають якість користувацького досвіду [1–3]. Недостатня увага до ергономічних характеристик інтерфейсу здатна суттєво знизити ефективність інформаційної системи, викликати фрустрацію користувачів, зменшити їх лояльність і негативно вплинути на імідж компанії [4–5].

Процес редизайну вебсайту, особливо в межах великого або комерційно важливого проєкту, є багатовимірним завданням, яке потребує врахування як технічних, так і організаційних обмежень, а також психологічних факторів команди. Вибір стратегії реалізації редизайну напряму впливає на такі показники, як швидкість впровадження, стабільність системи в продуктивному середовищі, можливість паралельної розробки, зручність тестування та загальний рівень стресу команди розробників [5].

На практиці рішення щодо способу редизайну часто приймаються інтуїтивно, на основі досвіду або поточної технічної ситуації. Однак з огляду на складність сучасних інформаційних систем і високі ризики, що супроводжують зміни інтерфейсу, виникає потреба у застосуванні формалізованих методів підтримки прийняття рішень (МППР). Такі методи дозволяють врахувати множинні критерії та альтернативи, підвищують прозорість процесу ухвалення рішень і забезпечують обґрунтованість обраної стратегії.

Одним із ефективних підходів до реалізації МППР є метод аналізу ієрархій (АНР – Analytic Hierarchy Process), що дозволяє зіставляти альтернативи за багатьма критеріями, включаючи як кількісні, так і якісні характеристики. У межах дослідження було запропоновано застосувати АНР для формалізованого вибору стратегії редизайну інтерфейсу вебдодатку, орієнтуючись на критерії ергономіки, стабільності та зручності для команди розробників. Такий підхід інтегрується в загальну методологію управління сеансами людино-машинної взаємодії та сприяє підвищенню якості користувацького досвіду в автоматизованих інформаційних системах.

Аналіз існуючих досліджень та публікацій. Одним з ключових викликів у сфері розробки інтерфейсів є забезпечення збалансованого врахування технічних, організаційних та ергономічних чинників під час ухвалення рішень. Це особливо актуально у випадках масштабних змін, таких як редизайн. У такому контексті виникає потреба у формалізованих методах, які дозволяють систематизувати процес прийняття рішень та враховувати різноманітні альтернативи. Одним із найпоширеніших інструментів у таких ситуаціях є метод аналізу ієрархій (Analytic Hierarchy Process, АНР), запропонований Томасом Сааті у 1970-х роках [6].

Метод АНР ґрунтується на побудові ієрархічної структури задачі, де вершину займає мета, наступні рівні — критерії та підкритерії, а нижній — альтернативи рішень (рис. 1). Рішення приймається шляхом попарного порівняння елементів кожного рівня за ступенем їх переваги відносно вищого рівня і подальшого розрахунку глобальних пріоритетів. АНР дозволяє поєднувати як кількісні, так і якісні оцінки, що є особливо важливим у задачах з людським фактором [7,8].

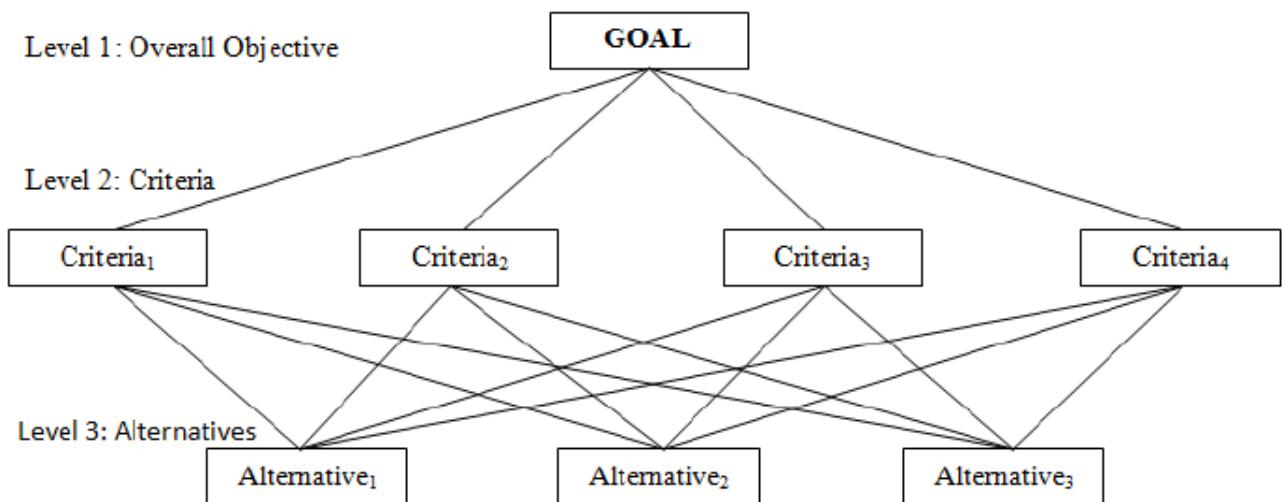


Рис. 1. Класична тривірнева структура Методу аналізу ієрархій

Застосування АНР є поширеним у задачах підтримки прийняття рішень у галузі людино-машинної взаємодії (НМІ). Методика АНР використовується для вибору оптимальних інтерфейсів керування, оцінки когнітивного навантаження, оптимізації компонентів UI на основі користувацьких сценаріїв[9,10]. Також АНР застосовується у сферах UX-дизайну [11], розробки програмного забезпечення [12], управління проектами [13] та навіть в оцінці ризиків у медичних інформаційних системах [14].

У контексті ергономіки, використання АНР дає змогу формалізувати складні та суб'єктивні оцінки, зокрема:

- зручність інтерфейсу[15];
- візуальне навантаження[16];
- доступність функцій[9];
- інтуїтивність навігації [11].

Паралельно, у науковій спільноті активно розвиваються інструменти для автоматизації АНР. Одним із найбільш поширених є програмне забезпечення Superdecisions, розроблене на основі АНР і ANP (Analytic Network Process). Воно дозволяє створювати повноцінні моделі з багатьма рівнями, виконувати розрахунки пріоритетів, перевірку на узгодженість та візуалізацію результатів. Його ефективність підтверджена у проектуванні систем управління, логістиці, менеджменті якості та, зокрема, в задачах UX та інтерфейсного дизайну [17].

Таким чином, існуючі дослідження демонструють доцільність застосування методу АНР у складних ситуаціях вибору, що охоплюють як технічні, так і психологічні критерії. У контексті розробки вебінтерфейсів, це відкриває можливість більш обґрунтованого й об'єктивного підходу до реалізації змін, що безпосередньо впливають на якість взаємодії користувача з системою.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження.

Для демонстрації можливостей методу аналізу ієрархій (АНР) у підтримці прийняття рішень у сфері веброзробки було змодельовано ситуацію вибору оптимального підходу до реалізації масштабного редизайну інтерфейсу великого вебпроєкту. В основі задачі лежала необхідність врахування не лише технічної доцільності, а й факторів, що впливають на ергономічність взаємодії користувача з системою та організаційні особливості процесу впровадження змін.

Відповідно до класичної тривірневої структури АНР, було побудовано модель у Superdecisions (рис. 2):

- Рівень 1 (мета): Вибір оптимальної стратегії реалізації редизайну інтерфейсу.
- Рівень 2 (критерії):
 - Швидкість впровадження;
 - Ризик збоїв/багів у продакшені;
 - Можливість паралельної розробки;
 - Зручність для тестування;
 - Мінімальний стрес для команди.

- Рівень 3 (альтернативи):
 - Рефакторинг всього інтерфейсу одразу ("Big Bang");
 - Поступова міграція частинами;
 - Паралельна розробка у новій гілці;
 - Використання Feature Flags.

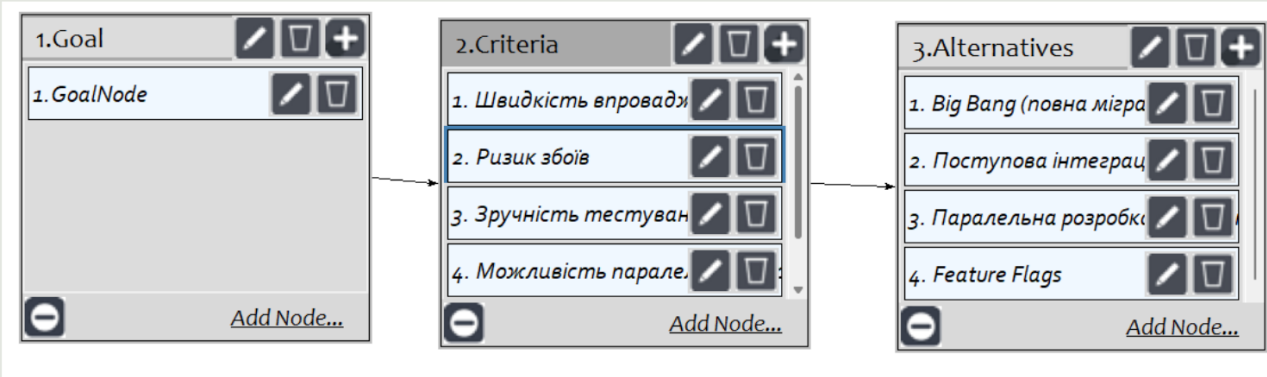


Рис. 2. Побудована структура в програмі Superdecisions

Критерії були оцінені попарно з урахуванням їх впливу на загальний успіх редизайну(рис. 3). Особлива увага приділялася ризикам для продакшену, що часто є критичним фактором у великих проєктах. Також оцінювалась важливість психологічного комфорту команди — фактор, який часто ігнорується, але суттєво впливає на якість реалізації.

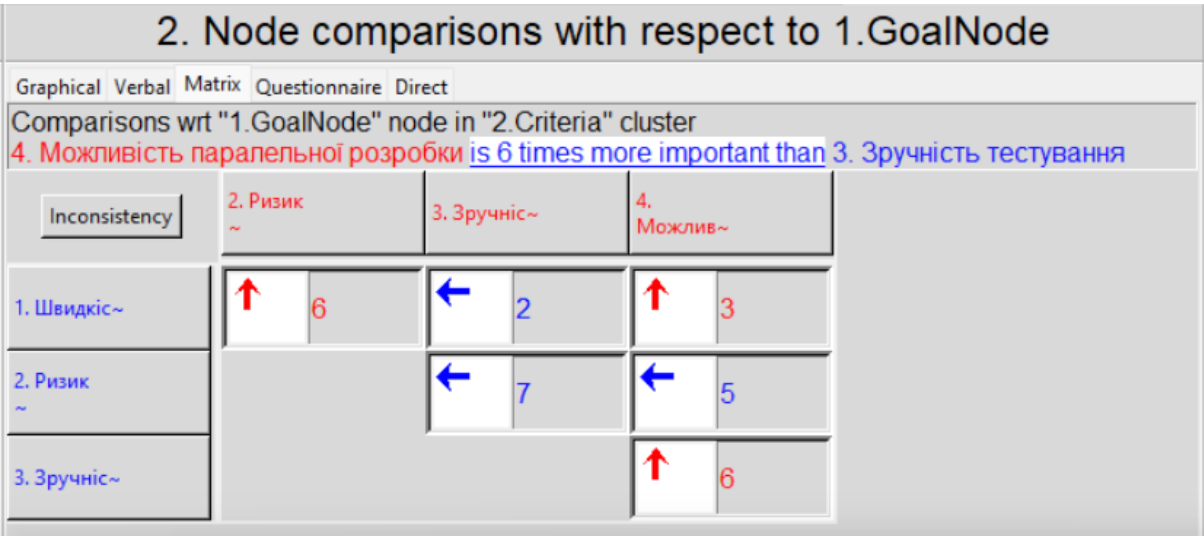


Рис. 3. Попарне порівняння критеріїв

Для кожного критерію було проведено детальне попарне порівняння альтернатив (рис. 4), у якому бралися до уваги як суб'єктивні оцінки, так і досвід впровадження аналогічних підходів у реальних умовах розробки.



Рис. 4. Попарне порівняння альтернатив для кожного критерію

На основі зважених оцінок критеріїв та альтернатив АНР-модель дозволила отримати глобальні пріоритети для кожного з підходів. Найвищу вагу отримала альтернатива «Використання Feature Flags» (рис. 5), що дозволяє поступово вмикати новий дизайн на окремих користувачах або частинах інтерфейсу без повного переходу.

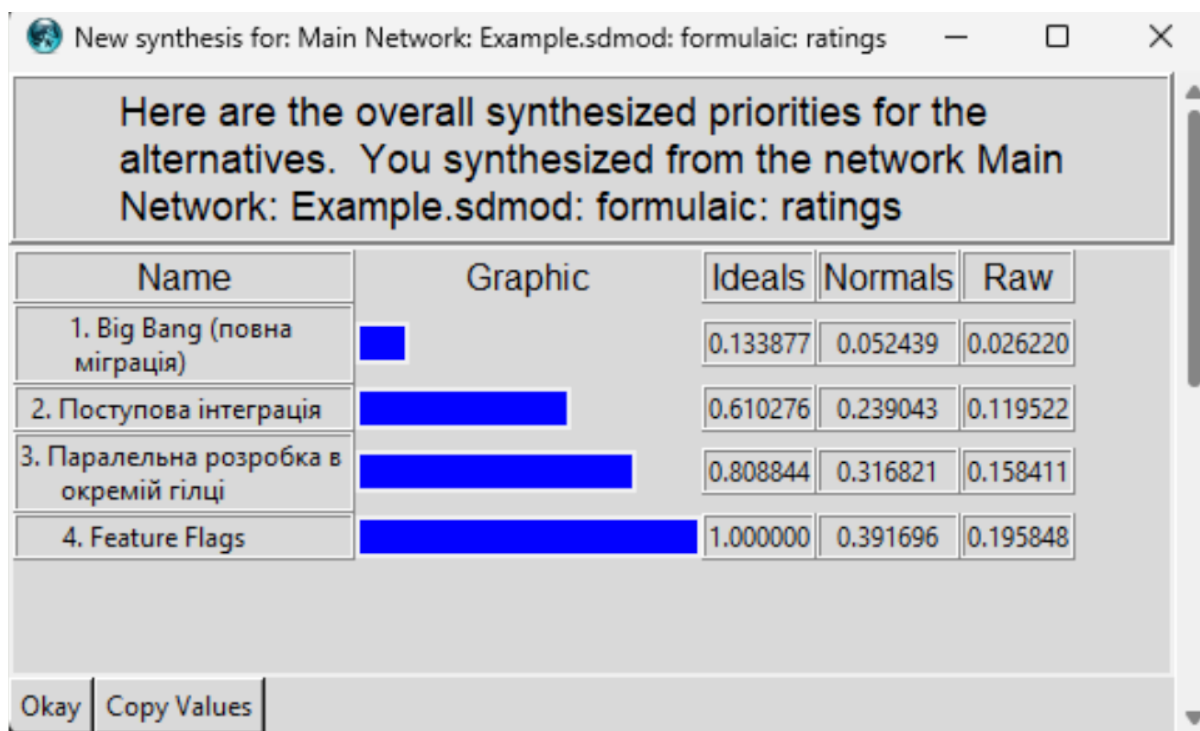


Рис. 5. Отримані результати вагів альтернатив

Цей підхід продемонстрував переваги в таких критеріях:

- Ризик збоїв: мінімізується, оскільки нова функціональність контролюється;

- Зручність тестування: кожен етап легко перевірити незалежно;
- Стрес для команди: зменшується завдяки відсутності тиску "одного великого релізу".

Для підвищення достовірності результатів моделювання було проведено аналіз чутливості, який дозволяє оцінити стабільність прийнятого рішення при варіації вагових коефіцієнтів критеріїв.

У дослідженні було обрано критерій «Ризик збою» як ключовий фактор, що потенційно може мати вирішальний вплив на результат. Зміна його вагового коефіцієнта здійснювалася за допомогою інструменту вбудованого в програмне забезпечення, яке генерує відповідну діаграму зміни пріоритетів альтернатив.

При збільшенні або зменшенні ваги критерію «Ризик збою» (рис. 6) змінюються відносні пріоритети альтернатив. Однак навіть при значному підвищенні ваги цього критерію альтернатива «Feature Flags» зберігає найвищий пріоритет. Це свідчить про стабільність обраного варіанту та підтверджує надійність отриманих результатів.

Візуалізація такого аналізу дозволяє інтуїтивно оцінити вплив окремих критеріїв на кінцеве рішення, що особливо корисно при прийнятті стратегічних рішень в умовах невизначеності.

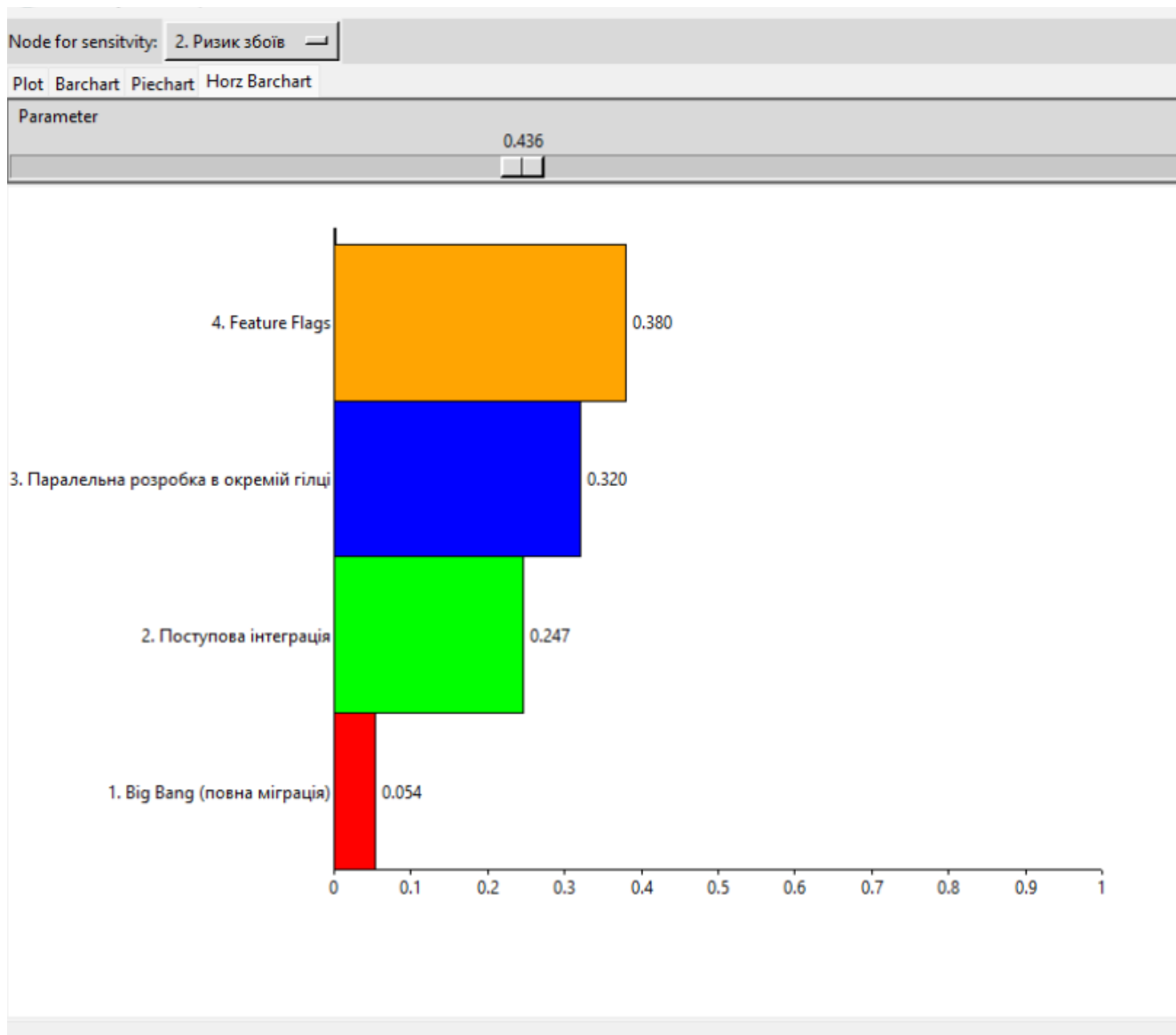


Рис. 6. Графік чутливості альтернатив від ваги критерію «Ризик збою»

Додатково було проаналізовано уніфіковані суперматриці (weighted, unweighted, limit) (рис. 7, 8, 9), що дозволило перевірити консистентність моделі та оцінити вплив зворотних зв'язків між

критеріями. Це особливо важливо в реальних умовах, коли, наприклад, ризик збоїв впливає на стрес команди, або можливість паралельної розробки — на швидкість впровадження.

Clusters	Nodes	1.GoalNode	1.Швидкість впровадження	2.Ризик збоїв	3.Зручність тестування	4.Можливість паралельної розробки	5.Стрес для команди	1. Big Bang (повна міграція)	2.Поступова інтеграція	3.Паралельна розробка в окремій гілці	4. Feature Flags
1.Goal	1.GoalNode	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2.Criteria	1.Швидкість впровадження	0.05214	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	2.Ризик збоїв	0.510756	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	3.Зручність тестування	0.060170	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4.Можливість паралельної розробки	0.216292	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	5.Стрес для команди	0.127569	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3.Alternatives	1. Big Bang (повна міграція)	0.000000	0.055739	0.042955	0.061103	0.043826	0.098725	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	2. Поступова інтеграція	0.000000	0.459884	0.235273	0.273211	0.242067	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	3. Паралельна розробка в окремій гілці	0.000000	0.235067	0.293964	0.144188	0.488594	0.219736	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4. Feature Flags	0.000000	0.173213	0.480017	0.559437	0.194369	0.439472	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Рис. 7. Суперматриця з незваженими значеннями

Clusters	Nodes	1.GoalNode	1.Швидкість впровадження	2.Ризик збоїв	3.Зручність тестування	4.Можливість паралельної розробки	5.Стрес для команди	1. Big Bang (повна міграція)	2.Поступова інтеграція	3.Паралельна розробка в окремій гілці	4. Feature Flags
1.Goal	1.GoalNode	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2.Criteria	1.Швидкість впровадження	0.05214	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	2.Ризик збоїв	0.510756	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	3.Зручність тестування	0.060170	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4.Можливість паралельної розробки	0.216292	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	5.Стрес для команди	0.127569	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3.Alternatives	1. Big Bang (повна міграція)	0.000000	0.055739	0.042955	0.061103	0.043826	0.098725	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	2. Поступова інтеграція	0.000000	0.459884	0.235273	0.273211	0.242067	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	3. Паралельна розробка в окремій гілці	0.000000	0.235067	0.293964	0.144188	0.488594	0.219736	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4. Feature Flags	0.000000	0.173213	0.480017	0.559437	0.194369	0.439472	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Рис. 8. Суперматриця зі зваженими значеннями

Clusters	Nodes	1.GoalNode	1.Швидкість впровадження	2.Ризик збоїв	3.Зручність тестування	4.Можливість паралельної розробки	5.Стрес для команди	1. Big Bang (повна міграція)	2.Поступова інтеграція	3.Паралельна розробка в окремій гілці	4. Feature Flags
1.Goal	1.GoalNode	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2.Criteria	1.Швидкість впровадження	0.042607	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	2.Ризик збоїв	0.253778	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	3.Зручність тестування	0.030883	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4.Можливість паралельної розробки	0.108146	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	5.Стрес для команди	0.063784	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3.Alternatives	1. Big Bang (повна міграція)	0.023220	0.055739	0.042955	0.061103	0.043826	0.098725	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	2. Поступова інтеграція	0.119522	0.459884	0.235273	0.273211	0.242067	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	3. Паралельна розробка в окремій гілці	0.118411	0.235067	0.293964	0.144188	0.488594	0.219736	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4. Feature Flags	0.195848	0.173213	0.480017	0.559437	0.194369	0.439472	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Рис. 9. Гранична суперматриця

Застосування АНР у цій задачі продемонструвало можливість ефективного врахування багатьох факторів при виборі стратегії редизайну, що безпосередньо впливає на ергономічність НМІ, задоволеність користувачів, а також стабільність роботи інформаційної системи. Такий підхід може бути легко адаптований для інших типів рішень у сфері UI/UX-дизайну.

Вибір критеріїв оцінювання в задачі редизайну був заснований як на ергономічних принципах взаємодії користувача з інтерфейсом, так і на практичних аспектах організації командної розробки. Кожен критерій відіграє ключову роль у загальній ефективності реалізації змін.

Швидкість впровадження оцінює, наскільки швидко команда може реалізувати зміни, не порушуючи основного функціоналу сайту. Наприклад, Big Bang дозволяє одразу змінити все, але потребує значного часу на підготовку. Feature Flags та поступова міграція дають змогу впроваджувати частинами, але можуть розтягнути процес.

Ризик збоїв/багів у продакшені є одним із найважливіших критеріїв у реальних проєктах. Масштабні зміни несуть високу ймовірність виникнення помилок, які можуть вийти за межі контрольованого середовища. Feature Flags отримали тут найвищу оцінку, оскільки дозволяють обмежено запускати нову функціональність.

Можливість паралельної розробки важлива для команд, що працюють у кількох гілках одночасно. Паралельна гілка очевидно виграє за цим параметром, однак потребує складнішого злиття в майбутньому.

Можливість ізольовано протестувати кожен компонент нового інтерфейсу знижує ризики і навантаження на QA-команду. І знову — Feature Flags виявилися найбільш адаптивними, адже дозволяють тестувати неактивні ще компоненти у бойовому середовищі.

Психологічний стан команди розробників — критично важливий для довготривалих проєктів. Повна зміна всього інтерфейсу, як у Big Bang, викликає велику напругу та відповідальність. У той час як поетапні підходи дозволяють команді адаптуватися та плавно вбудовувати зміни в звичний ритм.

Висновки. У статті було розглянуто приклад застосування методу аналізу ієрархій (АНР) як ефективного інструменту підтримки прийняття рішень під час реалізації масштабного редизайну інтерфейсу вебдодатку. Сформована модель дозволила врахувати низку важливих критеріїв — як ергономічних (зручність тестування, мінімізація когнітивного навантаження), так і організаційних (ризик збоїв, стрес для команди, можливість паралельної розробки).

Завдяки використанню програмного забезпечення Superdecisions було побудовано багаторівневу модель з подальшим попарним порівнянням критеріїв та альтернатив. Результати моделювання засвідчили, що найефективнішою стратегією редизайну у вибраних умовах є поступове впровадження змін за допомогою механізмів Feature Flags. Такий підхід дозволяє знизити ризик помилок у продуктивному середовищі, покращити контроль над процесом оновлення, забезпечити гнучкість для команди розробників та створити умови для якісного, поступового тестування нових компонентів.

Отримані результати демонструють не лише приклад конкретного вибору, але й ширшу методологічну цінність АНР у задачах, де поєднуються технічні та людські фактори. Особливу увагу варто звернути на можливість інтеграції такого підходу у загальну систему управління сеансами людино-машинної взаємодії, де важливо враховувати як поведінку користувача, так і параметри функціонування системи з боку розробників.

Загалом, застосування АНР у сфері веброзробки має значний потенціал як інструмент для формалізації рішень у складних та командних проектах, засіб покращення якості взаємодії користувача з інтерфейсом, а також як складова частина більш широких UX-методологій у автоматизованих інформаційних системах.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на автоматизацію процесу побудови моделей АНР, їх інтеграцію у DevOps-процеси, використання реальних метрик UX (наприклад, time-on-task, error rate) для уточнення критеріїв, а також масштабування моделей на рівень всієї інформаційної системи.

Список бібліографічного опису

1. Lavrov, E. et al (2020) Information Technology for Modeling Human-machine Control Systems and Approach to Integration of Mathematical Models for Its Improvement. In *2020 XXIII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM)*, , 2020, pp. 117-120, doi: 10.1109/SCM50615.2020.9198791.
2. Lavrov, E., & Siryk, O. (2022). Functional networks for ergonomics and reliability tasks on the 90th anniversary of A. Gubinsky and V. Evgrafov. *Sigurnost*, 64(3), 245–257. <https://doi.org/10.31306/s.64.3.3>
3. Lavrov E. et al.(2021). Mathematical Models and Decision Support System for the Efficiency and Ergonomic Quality of IT Service Management Systems In *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2021*, pp. 506-510, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772245.
4. Lavrov, E. et al (2020). Decision Support in Incident Management Systems. Models of Searching for Ergonomic Reserves to Increase Efficiency . In *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2020*, pp. 653-658, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467991.
5. Garrett, J. J. (2011). *The elements of user experience: User-centered design for the web and beyond* (2nd ed.). New Riders. <https://www.amazon.com/dp/0321683684>
6. Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill. ISBN: 9780070543713
7. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSci.2008.01759>
8. Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
9. Sumie Yamada, Uesugi, Y., Nonaka, T., & Hase, T. (2009). Suitable GUI selection using analytic hierarchy process. *Y 2009 IEEE 13th International Symposium on Consumer Electronics*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/isce.2009.5156877>
10. Johnson, R. (2020). *What is cognitive load and why does it matter in web and interface design?* 3.7designs. <https://3.7designs.co/blog/what-is-cognitive-load-and-why-does-it-matter-in-web-and-interface-design/>
11. Cheek, R., Sale, M., & Wolverton, C. C. (2018). UX (user experience)-driven website design utilizing analytic hierarchy process (AHP) multi-attribute decision modeling. *Y Entrepreneurship, collaboration, and innovation in the modern business era* (c. 121–135). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5014-3.ch006>
12. Bodnarchuk, I., Skorenky, Y., Kramar, T., Duda, O., & Nykytyuk, V. (2022). Application of analytical hierarchy process for scenarios design in a digital museum with XR components. *CEUR Workshop Proceedings*, 3309, 414–425.
13. Battistoni, E., Colladon, A. F., Scarabotti, L., & Schiraldi, M. M. (2013). Analytic hierarchy process for new product development. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 42. <https://doi.org/10.5772/56816>
14. Ahram, T., Taiar, R., Colson, S., & Choplin, A. (2020). *Human interaction, emerging technologies and future applications III*. Springer International Publishing, 136. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55307-4>

15. Shrestha, S., Abdinnour-Helm, S., & Chaparro, B. S. (2008). Using the analytic hierarchical process to create a single usability score for website interfaces. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 52(16), 1122–1126. <https://doi.org/10.1177/154193120805201605>
16. Benaïda, M. (2023). Developing and extending usability heuristics evaluation for user interface design via AHP. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07803-4>
17. Creative Decisions Foundation. (n.d.). *SuperDecisions software*. Retrieved April 19, 2025, from <https://www.superdecisions.com/>

References

1. Lavrov, E. et al (2020) Information Technology for Modeling Human-machine Control Systems and Approach to Integration of Mathematical Models for Its Improvement. In *2020 XXIII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM)*, , 2020, pp. 117-120, doi: 10.1109/SCM50615.2020.9198791.
2. Lavrov, E., & Stryk, O. (2022). Functional networks for ergonomics and reliability tasks on the 90th anniversary of A. Gubinsky and V. Evgrafov. *Sigurnost*, 64(3), 245–257. <https://doi.org/10.31306/s.64.3.3>
3. Lavrov E. et al.(2021). Mathematical Models and Decision Support System for the Efficiency and Ergonomic Quality of IT Service Management Systems In *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2021*, pp. 506-510, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772245.
4. Lavrov, E. et al (2020). Decision Support in Incident Management Systems. Models of Searching for Ergonomic Reserves to Increase Efficiency . In *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2020*, pp. 653-658, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467991.
5. Garrett, J. J. (2011). *The elements of user experience: User-centered design for the web and beyond* (2nd ed.). New Riders. <https://www.amazon.com/dp/0321683684>
6. Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill. ISBN: 9780070543713
7. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSci.2008.01759>
8. Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
9. Sumie Yamada, Uesugi, Y., Nonaka, T., & Hase, T. (2009). Suitable GUI selection using analytic hierarchy process. *Y 2009 IEEE 13th International Symposium on Consumer Electronics*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/iscce.2009.5156877>
10. Johnson, R. (2020). *What is cognitive load and why does it matter in web and interface design?* 3.7designs. <https://3.7designs.co/blog/what-is-cognitive-load-and-why-does-it-matter-in-web-and-interface-design/>
11. Cheek, R., Sale, M., & Wolverton, C. C. (2018). UX (user experience)-driven website design utilizing analytic hierarchy process (AHP) multi-attribute decision modeling. *Y Entrepreneurship, collaboration, and innovation in the modern business era* (c. 121–135). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5014-3.ch006>
12. Bodnarchuk, I., Skorenky, Y., Kramar, T., Duda, O., & Nykytyuk, V. (2022). Application of analytical hierarchy process for scenarios design in a digital museum with XR components. *CEUR Workshop Proceedings*, 3309, 414–425.
13. Battistoni, E., Colladon, A. F., Scarabotti, L., & Schiraldi, M. M. (2013). Analytic hierarchy process for new product development. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 42. <https://doi.org/10.5772/56816>
14. Ahram, T., Taiar, R., Colson, S., & Choplin, A. (2020). *Human interaction, emerging technologies and future applications III*. Springer International Publishing, 136. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55307-4>
15. Shrestha, S., Abdinnour-Helm, S., & Chaparro, B. S. (2008). Using the analytic hierarchical process to create a single usability score for website interfaces. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 52(16), 1122–1126. <https://doi.org/10.1177/154193120805201605>
16. Benaïda, M. (2023). Developing and extending usability heuristics evaluation for user interface design via AHP. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07803-4>
17. Creative Decisions Foundation. (n.d.). *SuperDecisions software*. Retrieved April 19, 2025, from <https://www.superdecisions.com/>